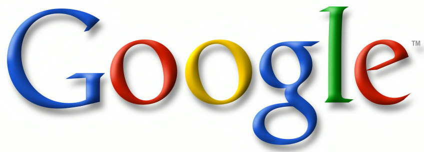
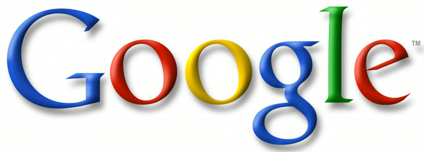






LE

COMPTEUR D'EAU

ÉTUDE PRATIQUE

LE

COMPTEUR D'EAU

ÉTUDE PRATIQUE

PAR

ADOLPHE CLAUS

INGÉNIEUR
Administrateur-Directeur
des Eaux de Vienne à Tullnerbach-lez-Vienne (Autriche).

ET

PAUL POINSARD

INGÉNIEUR A. M.
Sous-Directeur de la Compagnie des Eaux de la banlieue de Paris
à Suresnes (Seine).

PARIS
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE, CH. BÉRANGER, ÉDITEUR
SUCCESSEUR DE BAUDRY ET Cie
PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15
LIÉGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE, 21

1906

La rédaction de notre texte était achevée lorsque nous eûmes connaissance du *Bulletin du Laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, N° 8 : Essais de compteurs d'eau par M. A. PEROT, Directeur du Laboratoire d'essais et M. H. Michel LEVY, Assistant. Paris, Librairie polytechnique Ch. Béranger, éditeur*, 1906.

Nous nous félicitons qu'à la dernière heure, il nous ait été encore possible d'en reproduire plusieurs extraits sous forme de nota au pied des pages (on les reconnaîtra par les rubriques : Cons. A. M.) et d'intercaler dans notre texte (page 48) un extrait plus complet des deux derniers chapitres, qui contiennent les conclusions.

Il est inutile d'en dire ici d'avantage, car tous nos collègues tiendront à lire *in-extenso* cet exposé magistral.

LE
COMPTEUR D'EAU

CHAPITRE PREMIER

MODE DE DISTRIBUTION DES EAUX AUX PARTICULIERS

TARIFICATIONS DIVERSES DE L'EAU VENDUE

D'une façon générale, dans les distributions publiques, l'eau est vendue au robinet libre ou par l'intermédiaire d'appareils mesurant les quantités consommées.

Nous exposerons chacun de ces divers modes de distribution en signalant les avantages ou les inconvénients de chacun.

Nous chercherons à faire prévaloir l'abonnement au compteur, qui, de toutes les méthodes pratiquées jusqu'ici, est la seule pouvant réellement sauvegarder les intérêts des Administrations et des particuliers.

Robinet libre. — L'application du robinet libre était autrefois très répandue. Ce mode de distribution pouvait convenir à une époque où, l'hygiène n'étant pas en faveur comme de nos jours, les consommations d'eau étaient relativement moins importantes. Le robinet libre présente incontestablement des avantages pour le consommateur, qui notamment ne risque jamais d'éprouver une surprise désagréable au moment des règlements de comptes.

Mais, à côté de ces avantages, il faut placer les inconvénients que présente pour l'exploitant ce mode d'abonnement.

Les fuites quelquefois importantes pouvant exister dans les canalisations d'un bâtiment deviennent indifférentes à l'abonné, et comme celui-ci n'a aucun intérêt à restreindre sa consomma-

tion, il négligera de les réparer. Bien mieux, il prendra encore l'habitude de laisser couler ses robinets jour et nuit : pendant l'été sous prétexte d'obtenir par ce moyen de l'eau toujours fraîche, pendant l'hiver, pour que le mouvement de l'eau dans les canalisations empêche leur congélation et par suite leur destruction. Il est facile de comprendre que dans ces conditions des quantités très importantes d'eau perdue viendront augmenter inutilement les nécessités du service.

Le robinet libre est donc le mode d'abonnement qui se prête le plus aux abus et au gaspillage des abonnés, aussi doit-il être abandonné. Qui paie en somme cette facilité que s'octroie l'abonné de pouvoir laisser couler impunément et inutilement ses robinets? N'est-ce pas en dernier lieu l'abonné lui-même, qui en sa qualité de contribuable est appelé à solder les dépenses communales? Une captation d'eau, des machines, des réservoirs et des conduites pourraient être très suffisants encore pendant longtemps. Malheureusement, il plaît aux abonnés de gaspiller à volonté et de se plaindre ensuite amèrement du manque d'eau quand une période de sécheresse et de chaleur survient. Dans des circonstances déjà suffisamment difficiles par elles-mêmes, l'Administration exploitante se voit alors obligée d'augmenter considérablement et à grands frais ses installations. C'est donc simplement pour pouvoir faire face, pendant quelques semaines de l'été, à des exigences qui n'ont rien de légitime que de grosses dépenses viendront grever le budget de l'exploitante. Tel est le résultat du robinet libre!

Nous ne nous arrêterons pas plus longtemps sur ce mode d'abonnement, qui ne devra être appliqué que dans le cas où l'exploitant disposerait de quantités d'eau considérables, d'un prix de revient nul et de réservoirs et conduites pouvant répondre à tous les usages et abus possibles.

Un exemple particulièrement intéressant du robinet libre est la situation de la ville de Lyon. Dans cette ville il y a en chiffres ronds 60 000 abonnés aux eaux, mais seulement 30 000 compteurs. Qu'arrive-t-il en été ? Les abonnés sont sans eau et se désabonnent à qui mieux mieux. Cependant les réservoirs qui alimentent la ville ne sont jamais vides. Le vide ne se produit que

dans les conduites maîtresses qui descendent desdits réservoirs vers la ville, et ne peuvent jamais suffire au gaspillage produit par les robinets d'abonnés, toujours ouverts au rez-de-chaussée des maisons. On admettra qu'en pareil cas le meilleur remède ne peut consister à doubler lesdites conduites.

A Bordeaux, également, la situation semble laisser beaucoup à désirer. Dans la *Technique Sanitaire* du mois de juin 1906 M. G. Lidy, ingénieur en chef de la ville de Bordeaux, produit une statistique fort intéressante concernant toutes les villes allemandes de plus de 100000 habitants, de même que la ville de Bruxelles ; puis il conclut comme suit : « Les moyennes générales sont très au-dessous de Bordeaux en ce qui concerne le volume d'eau et la mortalité typhique, légèrement au-dessous pour la mortalité générale. Il n'est donc pas exact de dire que l'hygiène exige des torrents d'eau ; une petite quantité suffit, le tout est de bien l'employer. » M. Lidy conclut donc, absolument comme nous-mêmes, à l'emploi obligatoire du compteur, tout en arrivant à une méthode d'application du principe qui diffère, sous certains rapports, des résultats de notre expérience pratique.

Et Lille! et tant d'autres villes importantes!

Par contre, ce qu'une administration gagne, en rompant courageusement avec le système du robinet libre, résulte d'une façon on peut dire surprenante d'un diagramme que nous devons au regretté M. François Joly, ci-devant directeur du Service des Eaux alimentaires de la ville de Cologne. Nous le reproduisons planche n° 1, dont on lira avec intérêt la légende et les conclusions : au robinet libre (compteur facultatif) la consommation par tête et par jour était de 169 litres. Mais après qu'on eût passé à l'introduction obligatoire du compteur (celui de vitesse, à roue à palettes, système Meinecke), la consommation par tête et par jour descendit à 85 litres seulement. Donc réduction pour ainsi dire instantanée de 50 p. 100. Et le résultat pratique? C'est que l'administration se vit alors à même de réduire considérablement le prix de vente du mètre cube d'eau, au grand profit de l'hygiène générale.

APPAREILS MESURANT LES QUANTITÉS CONSOMMÉES

Le deuxième mode d'abonnement, qui est celui de l'emploi d'appareils mesureurs, peut se diviser en deux parties bien distinctes : la jauge et le compteur.

Abonnement à la jauge[1]. — L'abonnement à la jauge a lieu au moyen d'un diaphragme ou lentille de jauge, qu'on place dans le branchement de l'abonné et qui limite le débit par vingt-quatre heures au chiffre de la concession. Ce branchement aboutit alors à un réservoir, qui reçoit la quantité d'eau déterminée et l'emmagasine pendant les heures où la consommation n'a pas lieu.

Il est facile de se rendre compte de la nécessité d'un réservoir dans ce genre d'abonnement, par le calcul suivant : Supposons un abonnement de 10 hectolitres par vingt-quatre heures. Si l'abonné n'avait pas de réservoir, il ne pourrait tirer de son robinet que 69 centièmes de litre à la minute et, comme un seau d'eau renferme environ 15 litres, il mettrait chaque fois pour remplir ce récipient environ vingt-deux minutes. Le réservoir s'impose donc avec des dimensions assez importantes, si on veut, à un moment donné, disposer d'un certain volume d'eau.

Dans les immeubles où il existe plusieurs locataires, l'abonnement à la jauge établit entre eux une solidarité gênante provoquant même parfois des inimitiés, à moins qu'il n'y ait autant de robinets branchés directement sur le réservoir qu'il y a de locataires, ce qui occasionne alors des dépenses considérables.

Ce procédé est donc coûteux d'installation pour l'abonné; il annule la pression disponible et entrave ainsi l'extinction d'incendies. Il permet l'échauffement des eaux pendant l'été et leur

[1] (Cons. A. M., p. 3). « Les inconvénients de ce système sont multiples. Tout d'abord on ne saurait considérer les jauges comme des instruments de mesurage de l'eau, car le débit d'un fluide au travers d'un orifice dépend non seulement de cet orifice, mais de la pression sous laquelle le fluide s'écoule; or, en un point d'une distribution, la pression est essentiellement variable suivant la saison et l'heure de la journée. De plus, l'orifice de jauge est très petit, par suite facilement obstrué, et l'abonné peut se trouver privé d'eau ; l'eau contenue dans le réservoir est chaude en été, enfin ce système prête à la fraude. »

congélation en hiver. Enfin l'accès du réservoir est ouvert aux corps étrangers (impuretés, cadavres de petits animaux, etc...) contrairement au principe primordial qui veut que l'eau alimentaire sorte des robinets de service avec le même degré de pureté que celui qu'elle possède à l'origine de la prise d'eau.

A ce propos, nous ne pouvons nous dispenser de citer un passage d'une conférence faite à l'Association des Ingénieurs hydrauliciens en juin 1904 par M. Gärtner, professeur à l'Université d'Iéna, qui fait école dans les questions d'hygiène en Allemagne. Ce savant professeur disait :

« Le principe médical *ne nocere* est le *minimum* qu'on puisse exiger d'une distribution d'eau. Celle-ci doit aller au delà et offrir à ses abonnés une boisson invitant à la consommation.

« De nos jours, la lutte contre l'alcoolisme est en pleine ébullition. Or, parmi les meilleures armes, on peut citer une eau de bonne qualité invitant à la consommation. Mais personne ne trouvera agréable de boire en hiver une eau n'ayant que 2 ou 3 degrés de température et en été la même eau chauffée jusqu'à 20 degrés. On doit exiger une température fraîche et stable de l'eau, et les distributions d'eau ont le sérieux devoir de ne rien négliger pour satisfaire à cette exigence. Si l'eau n'est pas d'une fraîcheur uniforme, on consomme d'autres boissons (ce qui constitue pour le moins une dépense inutile, mais souvent aussi un mal direct) ou bien, au lieu de l'eau de la distribution très bonne au point de vue de la pureté, mais d'un goût fade, on retourne à l'eau mauvaise, mais fraîche, des puits. »

Pour l'exploitant l'abonnement à la jauge est-il avantageux ? Nous ne le pensons pas et voici pourquoi :

L'abonné étant limité dans sa consommation, il est vrai qu'il ne peut y avoir d'imprévu pour l'exploitant ; mais d'autre part, celui-ci pouvant toujours, avec une très petite différence dans ses frais d'exploitation, fournir une quantité d'eau supplémentaire à celle vendue, ne peut mettre en œuvre cette faculté.

C'est-à-dire qu'il ne peut faire travailler son capital dans toute la mesure du possible.

En principe, l'eau doit être vendue par abonnement, mais à discrétion et à un prix proportionnel à l'utilité qu'en retire l'abonné.

Mais alors, dira-t-on, cela peut conduire à une consommation plus grande que la quantité dont on dispose. Si cela était, cela prouverait seulement que la distribution est insuffisante et qu'il y a lieu de compléter l'alimentation. Mais c'est là un cas exceptionnel; dans la plupart des distributions, ce n'est pas l'eau qui manque, c'est l'abonné.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur ce sujet; nous avons suffisamment décrit les inconvénients de la jauge pour conclure à la proscription de ce genre d'abonnement.

Cette conclusion nous amène directement au système d'abonnement au compteur qui tend à se généraliser tous les jours de plus en plus et avec juste raison.

Abonnements au compteur. — L'abonnement au compteur est le plus équitable, puisqu'il répartit la dépense sur chaque abonné proportionnellement à la quantité d'eau qu'il consomme.

Il s'agit donc de trouver un appareil indiquant le plus exactement possible la consommation faite, et c'est là une question capitale.

Le compteur est un appareil placé sur le branchement entre la canalisation publique et les robinets de service chez l'abonné.

L'eau consommée qui traverse cet appareil détermine, par son passage, le mouvement de certains organes qui enregistrent et additionnent les volumes écoulés.

Les qualités auxquelles doivent répondre les compteurs sont les suivantes :

1° Construction simple, très soignée, robuste, qui assure la durée.

2° Emploi de métaux qui ne peuvent ni contaminer l'eau, ni être altérés eux-mêmes.

3° Une exactitude pratique aussi parfaite que possible et non susceptible de diminuer trop rapidement après quelque temps d'un service courant.

4° Inspection, démontage et remontage faciles.

5° Entretien facile et peu coûteux.

6° Petit volume.

7° Poids léger.

8° Fonctionnement sans bruit.

9° Prix d'acquisition modéré.

C'est le système qui réalise au plus haut degré ces desiderata qui doit fixer le choix, mais l'appréciation exacte de ces qualités diverses n'est pas facile; chaque inventeur en revendique le monopole pour ses produits, et il faut la sanction d'opinions éclairées et désintéressées, ainsi que l'appui d'expériences personnelles, pour faire un discernement méthodique.

Les compteurs d'eau appartiennent à deux grandes classes, qui sont :

1° *Les compteurs volumétriques*, dans lesquels l'eau remplit comme dans une pompe une ou plusieurs capacités déterminées qui se vident successivement ; une aiguille indique le nombre de remplissages et de vidanges, et une minuterie enregistre exactement les volumes consommés.

2° *Les compteurs de vitesse*, dans lesquels le courant de l'eau qui les traverse actionne un mobile de formes variées (turbine à réaction, ou roue à palettes ou hélice). Le nombre de tours, régularisé par des expériences préalables, est enregistré par une minuterie dont le cadran indique les volumes d'eau consommés.

Une autre catégorie de compteurs qui à notre avis tend beaucoup à se répandre actuellement (nous voulons parler des *compteurs à disque oscillant*), est souvent considérée comme compteur volumétrique. Ce sont bien des compteurs de volume, mais pas dans toute l'acception du mot, car il ne peut y avoir de joints étanches entre le disque et la boîte qui le renferme, puisque celui-ci doit pouvoir se mouvoir avec la plus grande facilité possible. La vitesse est donc également un des éléments du bon fonctionnement de ces appareils[1]. Nous les classerons dans une nouvelle catégorie que nous désignerons sous le nom de *compteurs mixtes*:

[1] (Cons. A, M., p. 7). « Les compteurs à piston rotatif, parmi lesquels on rencontre les compteurs à disque qui comprennent une sorte de disque en ébonite animé d'un mouvement continu de rotation ; l'étanchéité y est moins complète que dans le premier type, et ils tiennent à la fois du compteur de volume et du compteur de vitesse. »

Quant à l'origine de ces trois systèmes, les meilleurs compteurs volumétriques ou à piston sont exclusivement de provenance française et anglaise.

La construction pratique des compteurs à disque est du domaine des États-Unis d'où ces appareils ont été introduits en France. Ainsi le *Thomson* est le père des *Trident*, *Lutèce*, *Étoile* à disque plat, etc. ; le *Hersey* est le père des *Éclair*, *Aigle*, *Étoile* à disque

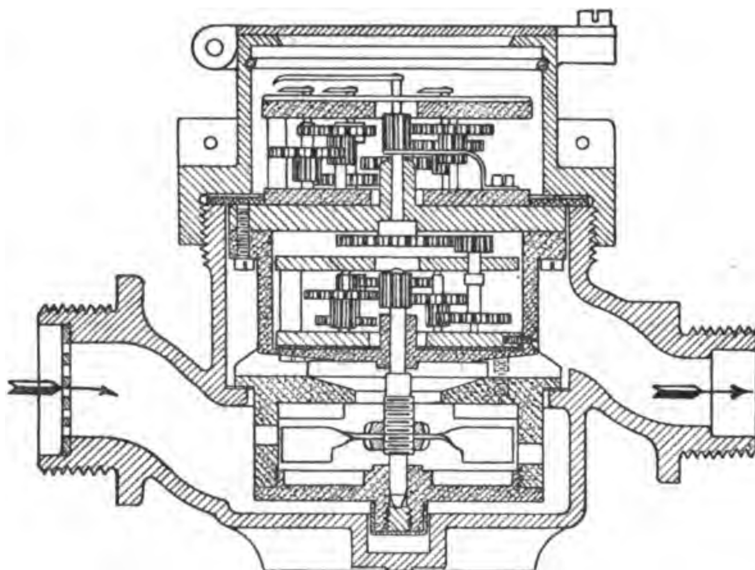


Fig. 1. — Compteur Radial.

conique, etc. Voici d'ailleurs la première feuille de l'album d'un fabricant américain :

« Hersey Mfg C°, South Boston, Mass.

« European Manufacturers : Compagnie des Compteurs.

« 16-18, Boulevard de Vaugirard, Paris, France. »

Enfin l'Angleterre, l'Allemagne et l'Autriche ont cultivé la construction des compteurs de vitesse : le « Siemens anglais à turbine » qui a tenu le record pendant longtemps est aujourd'hui sur le point de disparaître.

D'autres systèmes de compteurs de vitesse ont atteint un tel degré de perfection, que des fabricants établis à Paris ont cru de

leur intérêt de s'inspirer des principes sur lesquels lesdits appareils étaient basés pour en éditer différents types.

C'est ainsi que la Compagnie Générale des Conduites d'eau (rue Calmels, n° 12, à Paris) a fait acquisition de tous les brevets Meinecke (Breslau), Eisner (Berlin), Scotti et Goll, qu'elle exploite pour son propre compte.

Pour bien édifier le lecteur sur les origines de différents types

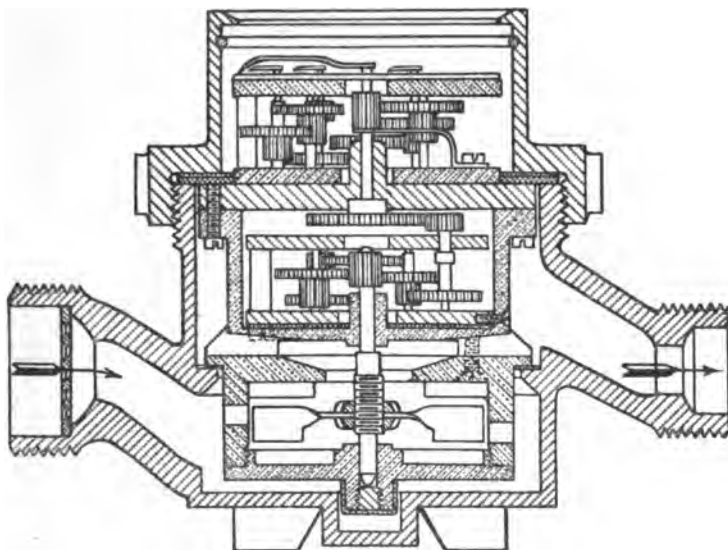


Fig. 2. — Compteur Schinzel.

de compteurs de vitesse en usage, nous reproduisons, en les juxtaposant : d'une part les compteur *Radial* de la maison Michel et Cie (boulevard de Vaugirard à Paris) (fig. 1) et le *Schinzel* de la maison Schinzel (Pfälzerstrasse, 32, à Cologne et Löwengasse n° 40, à Vienne) (fig. 2), d'autre part, le *Neptune* de la maison Schaeffer et Budenberg (boulevard Richard-Lenoir, 106, à Paris) (fig. 3) et le compteur de la Breslauer Metallgiesserei, à Breslau (fig. 4).

Récemment, on a encore introduit en France le compteur Faller ou Spanner qui est d'origine autrichienne (planche VII).

Robinet à débit limité. — Après avoir décrit « toutes les

méthodes pratiquées jusqu'ici », nous nous faisons un devoir d'appeler l'attention particulière de nos lecteurs sur la récente publication de M. Aristide Bergès, ancien directeur du Service des Eaux de Lyon[1]. On y trouvera, en premier lieu, une critique

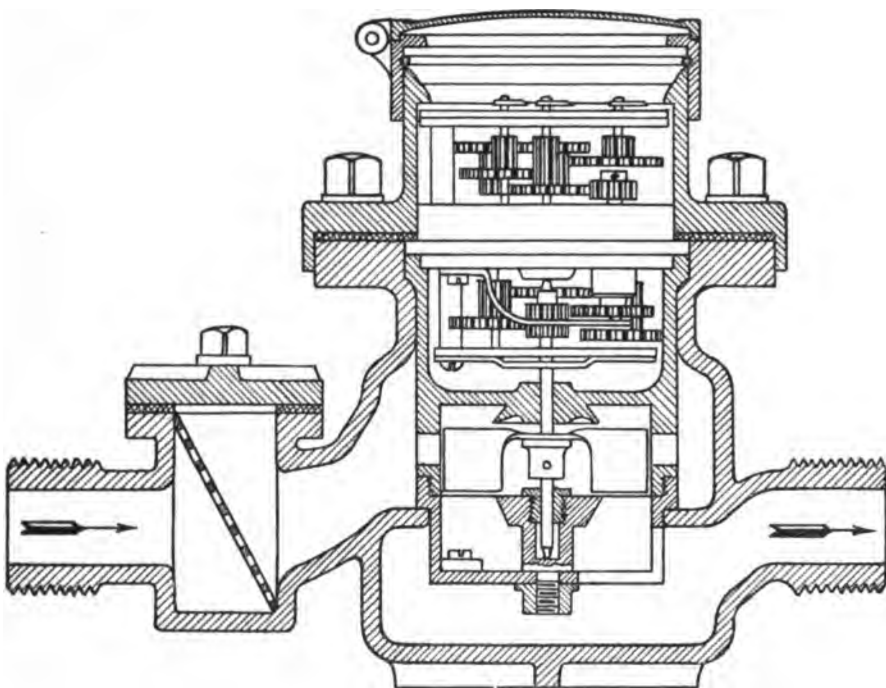


Fig. 3. — Compteur Neptune.

approfondie des différents types de règlements pour les abonnements au compteur. Les règlements en vigueur sont surannés dans bien des cas ; habituellement ils sont copiés, sans critique, sur des modèles existant ailleurs. On devrait les revoir et perfectionner pour créer « l'usage vraiment hygiénique, la distribution vraiment démocratique de l'eau ».

« En bonne règle d'hygiène même, les facilités de consommation d'eau devraient augmenter avec la pauvreté des ménages. » Cette thèse est irréfutable. L'eau peut être vendue aux pauvres à

[1] Compteurs et limitation automatique de débit, par Aristide Bergès. Paris, publication du journal *Le Génie Civil*, 1906.

un prix réduit, mais le prix d'un bon compteur devra toujours être payé. A moins qu'on ne réussisse à supprimer le gaspillage en même temps qu'on supprimera le compteur.

Nouveau problème ! Nouvelle école !

On connaissait depuis longtemps déjà une solution de ce problème. Voici la manière dont sont desservis sans compteur les

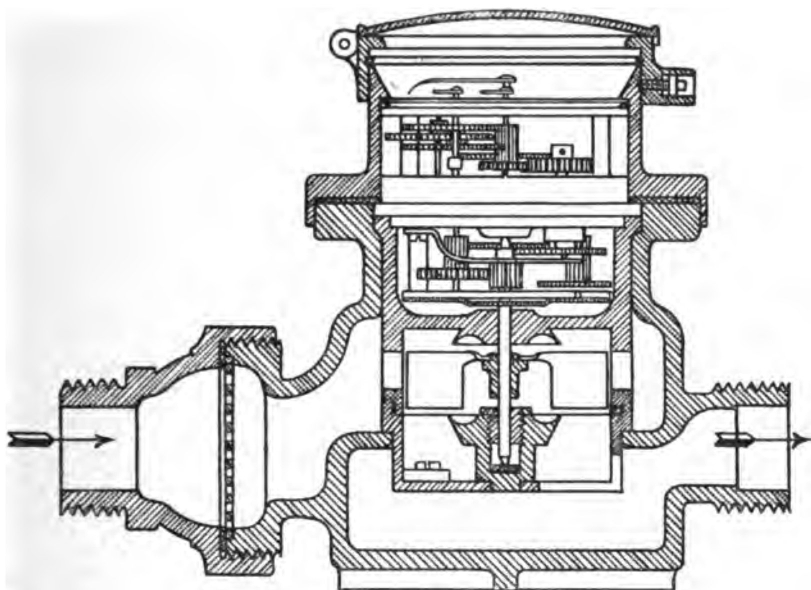


Fig. 4. — Compteur de la Breslauer Metallgiesserei.

ménages ouvriers en Hollande. Nous nous permettons de citer le texte de M. Bergès : « On place l'orifice dans une pièce de l'appartement non munie d'égout ; d'où la nécessité d'employer des récipients intermédiaires portatifs pour faire usage de l'eau et la nécessité de fermer l'orifice soigneusement dès que ces récipients sont remplis sous peine de se voir inonder. Aujourd'hui encore ce moyen est mis en pratique et beaucoup de villes même font des rabais importants sur la taxe d'usage aux abonnés qui consentent à placer, loin de tout égout, le robinet libre mis à leur disposition. La clef, généralement mobile, est accrochée hors de la portée des enfants. »

M. Bergès va plus loin encore : « Mais il importe de faire remarquer, dit-il, que les compteurs ne sont pas l'unique remède contre le gaspillage. Jusqu'à ce jour, ils sont sans doute le moyen le plus connu, mais il est permis d'avoir confiance dans l'avenir des appareils et des robinets à débit limité. Le jour où l'un de ces appareils aura fait ses preuves définitives, nul doute que les compteurs disparaissent partout où l'eau n'est pas demandée d'une manière continue ou en grande quantité à la fois. Ce jour-là non seulement une immense simplification sera apportée dans les services d'exploitation d'eau, mais on aura, du même coup, résolu à la perfection le problème moderne des distributions dans les villes, lequel peut s'énoncer comme suit : Donner aux ménages peu fortunés toute l'eau qu'ils peuvent vouloir, moyennant une simple taxe d'usage proportionnée à leurs moyens, sans limitation de quantité et sans permettre cependant le gaspillage. »

M. Bergès nous fait connaître ensuite un grand nombre de robinets limitateurs de débit. Beaucoup de nos collègues seront étonnés de constater qu'il existe une semblable variété de constructions ingénieuses.

La proposition de M. Bergès mérite toute notre attention, mais surtout un essai pratique. Les Administrations ont un grand intérêt à l'entreprendre.

Tarification de l'eau fournie aux ménages ouvriers en Hollande. — Cette question sort, il est vrai, de l'objet traité dans cet ouvrage. Mais puisque nous avons été amenés sur ce terrain par M. Bergès, nous croyons bien faire en montrant, à cette occasion, la mise en pratique du système. Ayant sous les yeux quelques règlements et tarifs de distributions d'eau hollandaises, nous choisirons dans le nombre, au hasard, les villes suivantes :

Leeuwarden. Les ménages qui sont exempts d'impôts locatifs paient l'abonnement de fl. P./B 6. — par an, la pose des branchements extérieurs et intérieurs étant exécutée aux frais et par les soins de l'Administration des eaux. Dans ces habitations, il n'existera qu'un seul robinet de service de $\frac{3}{8}$ pouce anglais sans décharge, placé à proximité de la porte d'entrée.

Breda. Une habitation composée de 2 pièces paie l'eau à raison de 2,60 fl. par an; une habitation composée de 3 pièces paie l'eau à raison de 5,20 fl. par an, une habitation composée de 4 pièces paie l'eau à raison de 8 fl. par an.

On admet un robinet sans évier, ou bien posé en dessus d'un évier sans décharge.

De Helder. Une habitation ouvrière d'une valeur locative inférieure à 65 fl. l'an, habitée par un seul ménage, pourvue d'un seul robinet sans décharge paie pour l'eau 1 fl. par trimestre.

Helmond. Les habitations ouvrières de moins de 50 mètres carrés de superficie et ne contenant pas au delà de trois pièces paient l'eau à raison de 2,60 fl. par an. Un robinet sans décharge est admis.

La Haye. Dans les « Hofjes » (petites cours) qui ne comprennent pas d'habitations dépassant 112,50 fl. de valeur locative, on peut s'abonner aux eaux alimentaires des dunes en payant soit le prix à forfait d'un demi-florin par semestre et par habitation, soit la consommation au compteur à raison de 0,05 fl. par mètre cube, l'un et l'autre à condition que les robinets de service ne soient pas placés en dessus d'éviers avec décharge, et que pour le reste on observe strictement les prescriptions de la Direction dans la pose du branchement.

Ceci nous semble être le record : 1 fl. = 2,10 fr. comme prix des eaux alimentaires dans un ménage pour toute l'année !

Des mesures hygiéniques pareilles mériteraient d'être imitées partout.

CHAPITRE II

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES COMPTEURS A EAU

PRINCIPES FONDAMENTAUX

Pour établir la valeur des différents systèmes de compteurs, il était indispensable de posséder quelques bases d'appréciation. Aussi, dans ce but, les Ingénieurs de la Ville de Paris créèrent-ils en 1880 un règlement d'admission des compteurs, règlement qui a été reproduit et adopté par de nombreuses villes en France.

Depuis cette date, les sciences techniques et la mécanique de précision ont fait de grands progrès, d'un autre coté les agglomérations toujours croissantes réclament une alimentation en eau potable qui nécessite une augmentation continuelle de toutes les installations de distribution d'eau. Il en résulte un très grand développement de la construction et de la vente des compteurs d'eau.

Tout cela est de nature à motiver une étude de l'état de chose actuel.

A côté des besoins hygiéniques auxquels nous avons déjà fait allusion, cette étude aura nécessairement un côté économique et un côté technique.

L'installation d'un compteur répondant à un but d'économie, les services publics d'eau auront tout intérêt *à réduire au minimum la tolérance d'exactitude accordée pour l'enregistrement des débits usuels*, et à veiller, en second lieu, à ce que les compteurs *ne perdent pas dans un délai plus ou moins long leurs qualités d'exactitude*. Cette dernière considération exige un service régulier de contrôle.

De leur côté, les abonnés, qui généralement ont à supporter la

charge de l'achat et de l'entretien du compteur, se montreront mécontents avec juste raison, lorsqu'une Administration leur aura imposé des appareils nécessitant des réparations périodiques dont le coût ira toujours en augmentant d'année en année. Aussi peut-on observer que dans bon nombre de villes, pour éviter des réclamations, le compteur n'est généralement retiré de chez l'abonné que lorsque celui-ci s'en plaint ou que l'appareil ne fonctionne plus du tout. Il se peut également que le compteur laisse passer constamment une certaine quantité d'eau non enregistrée ; dans ce cas l'abonné n'a aucun intérêt à se plaindre. Il ne réclamera et ne demandera la vérification de son compteur que s'il croit payer une somme supérieure à celle correspondante à sa consommation réelle.

Les fuites invisibles existant à l'intérieur du compteur sont la conséquence inévitable de l'usure, aussi est-ce sur cette dernière que nous abordons le côté technique de l'étude des compteurs à eau.

Comment l'usure se produira-t-elle ?

Et où se produira-t-elle ?

Peu de mécanismes marchent à des vitesses comparables à celles de certains compteurs d'eau qui, en outre, sont exposés aux effets des coups de bélier. Que deviendrait une machine quelconque en mouvement pendant des années, si personne ne se souciait d'examiner et d'entretenir son mécanisme ? Elle fonctionnerait très mal à un moment donné, jusqu'au jour où par suite d'une usure dans un ou plusieurs organes, elle s'arrêterait, refusant tout service. Il doit en être de même des compteurs, qui sont en réalité de petites machines à organes multiples.

L'usure sera d'autant plus considérable que les parties frottantes auront plus de surface et marcheront avec plus de vitesse et que l'eau sera chargée de matières calcaires ou de corps étrangers.

L'usure, en dehors de la minuterie, qui est commune à tous les systèmes, se manifestera, savoir :

Dans le *compteur à piston* sur la paroi intérieure du cylindre et surtout sur les cercles du piston qui s'useront ou se gonfleront, ce qui occasionnera une fuite, ainsi que cela se produit

pour le piston d'une pompe ou d'une machine à vapeur. Dans cette dernière, la fuite se révélera par un échappement de vapeur, et par un déréglage de la distribution, tandis que dans le compteur à eau elle sera invisible, n'apportera aucun trouble dans le service de l'abonné, mais occasionnera une perte pour l'Administration [1].

L'usure se produira également sur le tiroir et la glace de boîte de distribution et enfin aux guides du piston qui, en s'ovalisant, ne maintiennent plus les pistons dans une marche parfaitement rectiligne.

Dans les *compteurs de vitesse* de tous les systèmes, les parties frottantes sont uniquement le pivot et les coussinets de l'arbre de la turbine ou de la roue à palettes. Autour des organes moteurs, il y a la place nécessaire, pour que de petits corps étrangers puissent y être repoussés et trouver passage par les orifices de sortie du compteur. Dans ce cas, aucun calage n'est à craindre, d'autant moins que, les trous de la crépine, n'ayant que 1 à 2 millimètres de diamètre, sont plus étroits que les interstices existant autour des palettes de la roue.

Théoriquement, on devra admettre encore une usure sous forme d'un agrandissement successif des petits canaux d'admission de l'eau sur la roue, par analogie à l'usure des lentilles de jauge dont l'orifice s'ouvre peu à peu sous l'influence de l'écoulement continu. Or, la section cumulée de ces canaux, exprimée en pour cent de la section libre de la tubulure d'entrée du compteur, est, d'après un relevé fait par nous, pour les compteurs de :

10, 15, 20 millimètres de tubulure,
de 96, 82, 54 pour cent.

Pratiquement, ces canaux ne pourront donc s'user plus vite que la boîte même. Dans tous les cas, l'influence d'une pareille usure serait compensée en modifiant tant soit peu les positions des organes de réglage, dont nous parlerons dans un chapitre subséquent.

[1] (Cons. A. M. p. 7). « Le point délicat de leur fabrication réside dans le choix de la garniture du piston. On conçoit, en effet, que des pistons qui ne sont pas lubrifiés et entretenus comme peuvent l'être ceux des machines, dont la marche est intermittente et qui restent souvent des mois à l'arrêt, se trouvent placés dans des conditions de service spécialement défavorables. »

Dans les *compteurs mixtes ou à disque*, les parties frottantes sont la boule du disque dans son coussinet, la mince paroi contre le disque, le doigt de transmission et le galet du disque. A l'état neuf, le disque rase la paroi sphérique sans la toucher, ce qui explique la grande sensibilité de début de l'apparail. Mais la boule finit par creuser son coussinet, et alors le moment arrivera fatalement où, à l'usure contre la mince paroi, il viendra s'ajouter des frottements et usures considérables entre disque et paroi sphérique.

Qu'on tienne compte encore de l'entrée latérale de l'eau favorisant l'ovalisation[1], on verra qu'une pareille usure doit avoir forcément des conséquences sur la régularité de l'enregistrement. Nous aurons l'occasion dans un autre chapitre d'examiner d'une façon plus détaillée les causes et les conséquences de cette usure.

Des grains de sable peuvent aussi se loger dans l'étroit interstice qui existe entre le corps et le disque; celui-ci se cale alors et laisse passer de l'eau d'une manière invisible. Sous l'influence d'un coup de bélier, le disque se remet en marche automatiquement; à moins qu'il ne casse par suite d'un calage trop résistant (cet accident est fréquent).

En ce qui concerne l'entretien et la réparation des compteurs, on se rend facilement compte qu'il s'agit :

1° Dans le *compteur à piston*, de regarnir les pistons ou de réaléser la chemise intérieure du cylindre, de dresser à nouveau les glaces du tiroir, de remplacer les guides, etc... (Les chemises en bronze qui garnissent les cylindres en fonte du compteur à piston se trouvent souvent rayées par les petits graviers contenus dans l'eau et qui s'incrustent dans le caoutchouc des pistons.)

2° Dans le *compteur de vitesse*, de remplacer le pivot de la roue motrice et ses coussinets.

3° Dans le *compteur à disque*, de remplacer les disques cassés. Ensuite remplacer *entièrement la boîte sphérique de l'appareil et*

[1] Dans des compteurs qu'on avait étamé à l'intérieur, on a constaté qu'après quelque temps de marche, l'étamage qui couvrait le coussinet sphérique avait été rodé sur la moitié de la surface qui était opposée à l'entrée de l'eau, tandis que sur l'autre moitié il était encore intact. Ceci démontre clairement un travail d'ovalisation.

le disque, lorsque le rodage et l'ovalisation auront atteint un certain degré d'importance. Cette opération radicale constitue en effet le seul remède possible.

Cette comparaison de principe permet de juger de la possibilité et de l'importance des dérangements et de l'usure de chaque système, de la facilité et du prix des réparations, et enfin de la durée de vie de l'appareil.

Celui des systèmes qui sera le moins exposé aux dérangements, conservera le plus longtemps la régularité de marche et les qualités qu'il avait à l'état neuf. Il exigera un contrôle moins suivi et des réparations minimes et faciles à exécuter au prix de revient le plus réduit.

Il permettra donc l'application d'un cahier des charges relativement sévère pour la conservation, pendant une longue série d'années, de son exactitude dans l'enregistrement.

Notre thèse au point de vue économique est la suivante :

Un compteur, pour pouvoir être imposé consciencieusement aux abonnés d'une distribution d'eau, doit être garanti d'une parfaite conservation pendant dix, quinze ou vingt ans moyennant un entretretien annuel à forfait peu onéreux.

Par « parfaite conservation » nous entendons qu'après dix quinze ou vingt ans de service, le compteur devra posséder encore sensiblement la même exactitude d'enregistrement qu'il avait à l'état neuf.

Il s'agit à présent d'examiner quelle pourra être cette exactitude. Avec juste raison, on a toujours accordé aux constructeurs une certaine tolérance en plus et en moins dans l'exactitude de l'enregistrement de leurs appareils, car ceux-ci, même à l'état neuf, n'enregistrent pas la dernière goutte d'eau. A plus forte raison, après quelques années de fonctionnement sans entretien, sans graissage, etc., cet enregistrement sera-t-il encore moins précis.

Le cahier des charges de la Ville de Paris (art. 6) admet une tolérance en moins de 8 p. 100 pour les débits correspondant aux puisages usuels, et dont la limite inférieure est de 60 litres par heure pour les petits modèles. Mais pour les compteurs plus grands, c'est-à-dire débitant, sous 30 mètres de charge, plus de 3000 litres à l'heure, le débit minimum auquel les 8 p. 100 doi-

vent encore être respectés, se détermine en calculant 2 p. 100 dudit débit sous 30 mètres de charge. Ainsi, pour un compteur débitant 5 000 litres à l'heure, le débit minimum sera de 100 litres à l'heure. Cependant tout compteur offert aux abonnés satisfait à des exigences bien plus grandes, lorsqu'il est neuf, et il devrait pouvoir conserver sa précision pendant une longue durée, à moins que l'Administration n'eût d'autre désir que celui de recevoir seulement les 92 p. 100 de l'eau qu'elle livre effectivement.

On pourrait donc, en tenant compte des progrès industriels réalisés, réduire ce tant pour cent de tolérance ainsi que les débits minima auxquels l'exactitude d'enregistrement doit commencer.

Pour les débits compris entre 30 et 60 litres par heure, et enfin pour ceux compris entre zéro et 30 litres par heure, débits d'épreuve qui ne correspondent à aucun puisage usuel, le règlement de la Ville de Paris prescrit à l'article 5 des tolérances respectives en plus ou en moins de 10 et de 20 p. 100.

Toutefois le fonctionnement régulier n'est pas exigé pour les débits suivants par heure :

Débit en litres par heure.	Pour des compteurs qui sous 30 mètres de charge n'excèdent pas un débit de :
2	3 000 litres à l'heure.
3	5 000 —
4	10 000 —
6	20 000 —
8	30 000 —
12	60 000 —
15	120 000 —

Si pareille précision pouvait toujours être conservée en service courant, on n'aurait qu'à applaudir à ces chiffres. Mais le règlement même les donne comme des débits d'épreuve, et *l'on se demande si vraiment, en exigeant des compteurs les qualités d'instruments de très grande précision, on ne leur octroie pas une délicatesse de construction difficilement compatible avec le surmenage qui les attend en service courant.*

Et puisque c'est de la question économique que nous cherchons la solution en tout premier lieu, calculons en argent pour nous

rendre compte si, avec ce règlement, on n'achète pas trop cher cette sensibilité à la goutte constatée au Laboratoire d'essai.

Prenons un diamètre courant pour l'usage domestique, celui de 20 millimètres par exemple, qui se trouve ordinairement dans la catégorie de ceux n'excédant pas un débit de 10 000 litres à l'heure. Si au laboratoire il ne se meut pas à 4 litres, son emploi est refusé. Et pourtant que signifie cette perte? Un débit continu de 10 heures par jour ferait perdre 40 litres, soit, au prix de 0,30 fr. le mètre cube, un centime et 2/10 de centime en tout.

Mais, nous objectera-t-on, il y aurait un filet d'eau débité clandestinement, et c'est cet écoulement continu qui ouvrirait la porte à la fraude. Nous prouverons plus loin que c'est justement aux débits faibles que les compteurs volumétriques et ceux de vitesse ont une tendance à avancer ou de surcompter. Ce n'est pas si simple pour un abonné malintentionné de régler le débit, de manière à supprimer tout enregistrement malgré les fluctuations de la pression dans les conduites. Et le temps qu'il devrait passer au robinet pour emplir un seau! Vraiment, il suffira de « tenir compte par estimation de la patience dont il devrait être capable pour arriver à dépasser sensiblement les quantités payées par lui ».

Donc, au lieu d'un règlement aussi draconien à l'épreuve, nous estimons qu'il serait préférable d'imposer aux abonnés des appareils qui donneraient une tolérance de 3 p. 100 en plus et en moins et dont la limite à laquelle ils renseigneraient encore l'existence d'un écoulement d'eau, paraîtrait suffisante pour la pratique. *Mais alors cette tolérance ne devrait pas varier pendant toute la durée du compteur, et de ce fait les Administrations devraient exiger que les compteurs fussent vérifiés à tour de rôle au moins une fois dans chaque délai de trois ans, ou plus souvent, si la qualité de l'eau l'exigeait.*

Au moment du démontage pour la vérification, les compteurs subiraient aussi un nettoyage, graissage, etc., avant d'être replacés chez les abonnés pour une nouvelle durée de trois ans.

L'exactitude d'un compteur peut être figurée utilement par un diagramme montrant les écarts d'enregistrement à des débits

variés et sans se borner, bien entendu, aux deux uniques constatations de l'écoulement à la goutte et de l'écoulement à gueule bée, qui sont évidemment les régimes de débits se produisant le moins souvent en service courant.

Les débits intermédiaires sont infiniment plus intéressants au point de vue de l'exactitude.

La planche II montre un tel diagramme.

Sur l'abscisse, on marque les débits horaires en litres, et au point terminus de chaque débit, on porte l'erreur dans l'enregistrement comme ordonnée dans un sens ou dans l'autre, suivant qu'il s'agit d'un écart en plus ou en moins du débit effectif. On réunit les points terminus de ces écarts par une courbe.

D'après le cahier des charges de la Ville de Paris, on ne rebuterait pas un compteur dont la courbe rentrerait dans l'espace circonscrit par l'abscisse AA et le trait en zigzag B, C, D, E, F, G, H. Ledit espace représente l'eau qui resterait impayée éventuellement.

La courbe marquée par un trait plein renseigne les résultats d'essais faits sur un compteur de vitesse de 10 millimètres de diamètre. Ce compteur avait été réglé conformément à l'article 6 du règlement de Paris qui pour les débits usuels prescrit : « La tolérance n'existera qu'en faveur de l'abonné, c'est-à-dire que le débit enregistré ne pourra être inférieur que de 8 p. 100 au débit réel et ne devra en aucun cas lui être supérieur. »

Rien n'est toutefois plus facile que de régler un compteur, pour que, tout en retardant aux grands débits, il avance légèrement aux écoulements faibles. Cet état est représenté par la courbe pointillée J, K, L, M, et la conséquence en est une diminution importante de la proportion d'eau perdue, laquelle est réduite à la surface L, M, A.

Mais, nous objectera-t-on, l'abonné paiera ainsi pour le débit J, K, L, qu'il n'a pas tiré de son branchement.

L'importance de cette observation sera aisément réduite à sa juste valeur par le diagramme avec la légende de la planche III, qui (contrairement à la planche II « diagramme des écarts en *pour cent* des quantités totales débitées»), indique *les litres enregistrés en plus et en moins*.

D'un coup d'œil, on y voit que, nonobstant la légère avance du compteur aux petits débits, l'enregistrement total restera toujours en faveur de l'abonné.

Puisque nous passons en revue les principes de fond tendant à sauvegarder les recettes d'une Administration et à guider en même temps le jugement des abonnés et des contribuables, nous estimons qu'il y a certaines erreurs qu'il est du devoir de ces Administrations de faire connaître.

Il existe des prix courants imprimés avec le tarif suivant :

TARIF

DIAMÈTRE en millimètres.	DIMENSIONS EN MILLIMÈTRES			POIDS en kilogrammes.	PRIX
	Hauteur.	Largeur.	Epaisseur.		
7	215	140	145	10	65 francs.
10					65 —
15					70 —
20					75 —
30					80 —

Comme première impression, ce tableau inspire le soupçon que ce modèle de compteur est ou trop grand pour un diamètre de 7 millimètres ou trop petit pour celui de 30 millimètres. Pour que l'abonné reçoive dans cet appareil l'équivalent du prix qui lui est demandé, il faut que les sections de passage à l'intérieur soient conformes aux diamètres des tubulures d'entrée et de sortie.

Un compteur de 30 millimètres ne peut donc être identique à celui de 7 millimètres comme dimensions de corps et comme poids.

Évidemment, l'on peut chasser une grande quantité d'eau en peu de temps à travers un petit appareil, mais on impose au compteur un travail pour lequel il n'a pas été construit et qui doit le détériorer en peu de temps.

C'est simplement de la poudre jetée aux yeux. Car ainsi que le procédé a été caractérisé, on n'achèterait certainement pas, au prix d'une tuyauterie de 200 millimètres, une conduite de 100 mil-

limètres où seuls les bouts mâles et femelles auraient été élargis au diamètre de 200 millimètres, de même qu'on ne consentirait pas à augmenter le loyer d'un petit immeuble par suite de la transformation de l'entrée habituelle en une porte-cochère ne répondant à aucun besoin.

Les Administrations préserveront leurs abonnés de l'achat de pareils compteurs à un faux bon marché, en examinant les sections intérieures, ce qui se fait le plus simplement par la constatation des résistances, ou de la perte de charge subie au passage à travers le compteur par un certain débit d'eau pendant un temps donné [1]. Il y a là une question qui mérite que nous l'examinions d'un peu plus près.

RÉTRÉCISSEMENTS DANS LES SECTIONS INTÉRIEURES
INFLUENCE DU NOMBRE DE ROTATIONS
CLASSIFICATION D'APRÈS L'INGÉNIEUR ANGLAIS M. LINDEY
DÉBIT CARACTÉRISTIQUE

Buts des rétrécissements. — Dans les compteurs à piston, il ne peut y avoir qu'un motif pour rétrécir les sections à l'intérieur de l'appareil, c'est le désir d'arriver à un prix plus bas par la diminution des dimensions de tous les organes.

Dans les compteurs de vitesse et à disque, il faut, au contraire, des rétrécissements en certains endroits et voici pourquoi.

Les parties mobiles dans un compteur de vitesse se mettent en rotation sous l'influence d'un jet d'eau. Au moment où ce jet d'eau frappe les palettes, il doit posséder un minimum de vitesse pour produire le démarrage, et cette vitesse s'obtient en rétrécissant la section de passage immédiatement avant l'accès sur la roue à palettes.

Dans les compteurs à disque, on modère la vitesse dans la chambre sphérique pour préserver le disque contre le danger bien connu d'être brisé par emballement ou par les coups de bélier. Ceci s'obtient en créant des étranglements soit à l'entrée, soit à la sortie de la chambre intérieure.

[1] Pour juger des compteurs à disque, cette constatation a besoin d'être complétée par un calcul de volume (voy. p. 38).

La figure 5 montre comment aux types « Hersey », « Étoile » et « Aigle » a disque conique, l'eau doit passer par un mince canal annulaire *aa* pour arriver dans la chambre du disque.

Perte de charge utile et nuisible. — L'eau sortant d'un compteur se trouvera nécessairement sous une pression inférieure à celle avec laquelle elle y sera entrée : A ce sujet on distinguera deux catégories de perte de charge, savoir :

1° *Perte de charge utile*. — Celle requise pour mettre en mouvement le mécanisme.

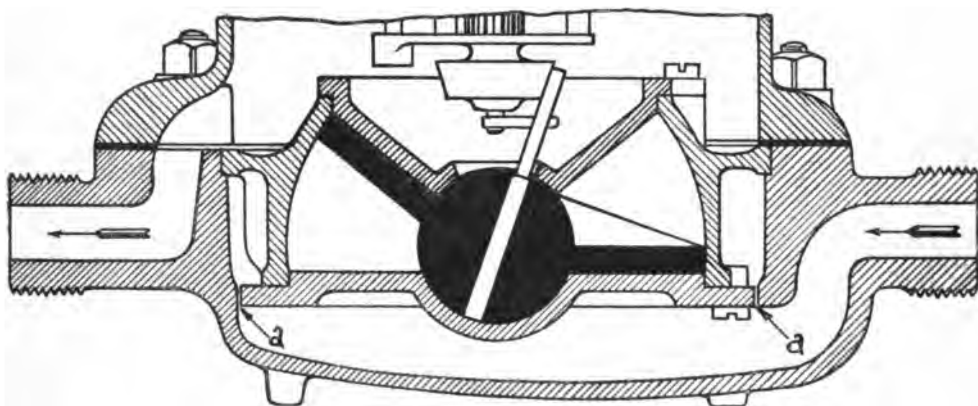


Fig. 5.

2° *Perte de charge nuisible.* — Celle créée par les rétrécissements et angles inévitables parce qu'inhérents au principe de la construction.

Et de là, il sera permis de conclure que, si les essais sur un compteur de 20 millimètres accusent une perte de charge beaucoup plus grande que sur un autre compteur de même diamètre (de 20 millimètres), il sera, disons-nous, permis de conclure que le premier ne devrait être qu'un compteur de 13 millimètres pour ne subir que le nombre de révolutions compatibles avec la conservation normale d'un compteur de 13 millimètres. Dans un corps de 20 millimètres on peut évidemment monter sans difficulté la boîte intérieure d'un de 13 millimètres.

Remarquons que, de même que la turbine Laval, le compteur d'eau à roue à palettes appartient à la catégorie des machines

marchant à une vitesse excessive. Cela est possible, parce que les masses en mouvement sont fort petites et bien équilibrées. Mais pour se rendre compte du danger qu'il y aurait, pour la bonne conservation, à doubler la vitesse du mouvement, on n'a qu'à se rappeler que la force centrifuge croît en raison du carré de la vitesse.

L'ingénieur anglais M. Lindley a fait en 1894 une campagne, pour que les directeurs de distribution d'eau suppriment, par une action commune, toute possibilité de fraudes pareilles dictées par la concurrence entre les différents fabricants. Il a pris une douzaine de compteurs de vitesse, tous de 20 millimètres de diamètre, donc du diamètre couramment employé dans les branchements particuliers, et après en avoir retiré le mécanisme, ainsi que la crépine et la boîte intérieure, il a chassé à travers chacun d'eux un courant d'eau de 1 mètre cube par heure. Puis sur deux manomètres placés l'un directement en amont et l'autre directement en aval du compteur, il a lu la perte de charge qui était donc l'effet du corps extérieur seul. C'était le premier essai. Le second consistait à remplacer uniquement la boîte intérieure, de sorte que la perte de charge accusée ensuite par les deux manomètres était celle due à la boite intérieure ajoutée à celle du corps extérieur. En troisième lieu, il ajouta la crépine ; en quatrième lieu, le train avec la minuterie, et enfin en dernier lieu l'organe moteur, soit la roue à palettes ou la turbine.

La perte de charge en mètres étant h et le débit par seconde Q en mètres cubes et $h = \alpha Q^2$ (approximativement), lesdites expériences ont donné pour le cœfficient α les valeurs suivantes p. 26. (extrait) :

On observera cette anomalie — au moins en apparence — que parfois la suppression du train et de la minuterie, de même que celle de la roue à palettes augmente la perte de charge. Lindley explique ce fait en observant que la roue guide le courant de l'eau et empêche la formation des tourbillons qui se produiraient dans le corps vide.

Valeur α pour différentes constructions de 20 millimètres.

Compteur désigné par numéro . .		I	II	III	IV
Essai n°5.	Compteur complet avec crépine.	0,578	0,495	0,360	0,286
	Perte de charge due à la crépine.	+ 0,045	+ 0,015	0,048	+ 0,040
Essai n°4.	Corps avec boîte intérieure, roue à palettes, train et minuterie	0,533	0,480	0,312	0,246
	Perte de charge à train et minuterie	+ 0,005	— 0,080	— 0,008	+ 0,004
Essai n°3.	Corps avec boîte intérieure et roue à palettes.	0,528	0,560	0,320	0,242
	Perte de charge due à la roue à palettes. .	+ 0,005	— 0,098	+ 0,003	— 0,020
Essai n°2.	Corps avec boîte intérieure	0,523	0,658	0,317	0,262
	Perte de charge due à la boîte intérieure. .	+ 0,403	+ 0,546	+ 0,179	+ 0,164
Essai n°1.	Corps seul	0,120	0,112	0,138	0,098

Pour le reste, le tableau est très instructif. Par exemple : puisqu'on met des crépines, qu'on les fasse au moins assez grandes pour que, les 2/3 des trous étant bouchés, il y ait encore un passage suffisant pour l'eau, car l'économie relativement très faible réalisée par une crépine rétrécie et difficilement accessible ne vaut certainement pas le coût et l'ennui pour l'abonné de faire visiter l'installation à chaque instant pour enlever les obstructions et dépôts. Le tableau renseigne donc d'un coup d'œil les compteurs qui sont munis de crépines insuffisantes. La perte de charge dans le corps peut être réduite considérablement en réunissant le corps à la tubulure de sortie par une douce réduction.

La perte de charge utile est celle due à la boîte intérieure, car c'est là que se produit la force vive pour l'organe moteur.

D'après le tableau, elle varie du simple au triple, et les vitesses de rotation, de même que la rapidité de l'usure, doivent nécessairement être en raison égale. Le débit, par contre, sera en raison inverse.

Voici donc en résumé la thèse de M. Lindley, et on remarquera qu'il n'y est pas dit un mot du diamètre des compteurs :

D'un compteur, de même que toute autre machine dont on ne désire pas devoir soigner à chaque instant les maladies, on exigera une construction raisonnée, et de deux types, se valant pour tout le reste, on préférera celui qui, comme perte de charge utile, ne produira que celle qui, pour un débit déterminé, est inévitable pour vaincre l'inertie et le frottement des organes d'enregistrement, pour les mettre en mouvement à temps et pour entretenir leur mouvement en raison de l'importance de l'écoulement.

C'est, sans doute, à la suite de cet exposé logique de l'ingénieur anglais que dans plusieurs pays on s'est occupé de créer des règlements de compteurs d'eau limitant la perte de charge dans le compteur pour un débit prescrit.

En Autriche, le gouvernement a institué un bureau de jauge où chaque compteur doit passer avant de pouvoir être posé. Les règlements des grandes villes, Vienne, Budapest, Prague, etc. se ressemblent beaucoup.

La ville de Vienne compte le temps nécessaire pour l'écoulement d'un mètre cube d'eau sous cinq atmosphères de charge, l'orifice de sortie étant grandement ouvert, ce qui est résumé au tableau suivant :

Diamètre du compteur .	10	13	25	40	50	80	100 mm.
Temps nécessaire à l'écoulement d'un mètre cube d'eau.	15	12	5	2	1 1/2	40	25
	minutes.					secondes.	
A titre de comparaison nous ajouterons ici les débits en litres par heure sous 30 mètres de charge.	3100	3900	9300	23000	31000	70000	110000
10 mètres de charge . .	1790	2230	5350	13400	18000	40000	64500

En Allemagne, on n'a pas conclu à la nécessité d'un jaugeage officiel par l'État. Mais en 1893, l'Association des Directeurs de Distributions d'eau a décidé la classification générale de tous les compteurs d'eau exclusivement en raison du nombre de mètres cubes débités par heure sous une perte de charge de 10 mètres

d'eau dans le compteur, constatée par deux manomètres placés l'un en amont et l'autre en aval du compteur. Le débit ainsi obtenu est, à peu près, le double de celui qui sera utilisé en service courant.

Au lieu de compteurs de 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70, 100, 150, 200 millimètres de diamètre, on les commande de[1] 2, 3, 5, 7, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 400 mètres cubes à l'heure.

La réception des appareils comporte la constatation du débit stipulé. Si pour la perte de charge de 10 mètres le débit prescrit n'est pas atteint, le compteur est refusé.

La réception est précédée en outre d'essais d'exactitude, question sur laquelle nous reviendrons dans un chapitre ultérieur.

[1] Obs. A titre de comparaison, nous ajouterons ici les débits correspondants sous une charge de 30 m. calculée d'après la formule $v = \sqrt{2gh}$.

Diamètre du compteur en mm.	10	15	20	25	30	40	50	70	100	150	200
Débit horaire à gueule bée sous 30 mètres. .	3460	5200	8650	12100	17300	34,6	52	121	173	260	346
	Litres					Mètres cubes.					

(Cons. A. M., p. 11). *Dans les essais faits au Conservatoire des Arts et Métiers on a admis d'une façon uniforme pour la perte de charge type, celle qui serait égale à la pression produite par une colonne d'eau de 10 mètres de hauteur. Le débit correspondant à cette perte de charge sera appelé* **Débit caractéristique**, sans que cela signifie que ce soit ou le débit normal ou le débit maximum de bon fonctionnement du compteur.

CHAPITRE III

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES TROIS SYSTÈMES DE COMPTEURS

USURE ET RÉPARATIONS — LES COMPTEURS EMPLOYÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER — TOLÉRANCES DANS L'EXACTIDUDE DE L'ENREGISTREMENT VÉRIFICATION ET POINÇONNAGE PAR LE CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

I. **Compteurs à pistons.** — Le compteur à piston possédant un mécanisme assez compliqué, nous croyons utile d'en donner une description détaillée, et nous choisirons comme exemple le plus ancien, excellent d'ailleurs, le « Kennedy » (fig. 6). De l'album de la « Compagnie du compteur à eau Kennedy, 11, boulevard Bourdon, Paris », nous extrayons la description suivante de l'appareil.

Le cylindre jaugeur forme la base du compteur, il renferme un piston qui est rendu parfaitement étanche avec frottement nul au moyen d'une bague en caoutchouc qui roule entre le piston et les parois du cylindre. Chaque extrémité du cylindre porte une rondelle de caoutchouc contre laquelle le piston vient faire joint hydraulique, au cas où la contre-pression le pousserait trop avant.

La tige du piston, après avoir traversé la boîte à étoupe du couvercle, se termine par une crémaillère qui engrène avec un pignon monté sur l'arbre qui se prolonge de chaque côté, commandant d'une part la minuterie et d'autre part le changement de direction, mouvements opérés par la marche ascendante et descendante du piston. La crémaillère est maintenue engrenée et guidée verticalement au moyen d'un galet tournant sur un axe fixé au support.

La clef de distribution qui dirige alternativement l'eau au-dessous et au-dessus du piston est placée dans le même axe que

l'arbre du pignon de crémaillère ; elle porte sur son axe un levier à deux bras mis en mouvement par un contrepoids tournant fou sur l'arbre et obligé à tomber alternativement sur chaque bras du levier. Le contrepoids, après avoir renversé la position de la clef, tombe sur un tampon en caoutchouc, lequel, se mouvant suivant la même courbe, amène graduellement celui-ci au repos en supprimant les ressorts.

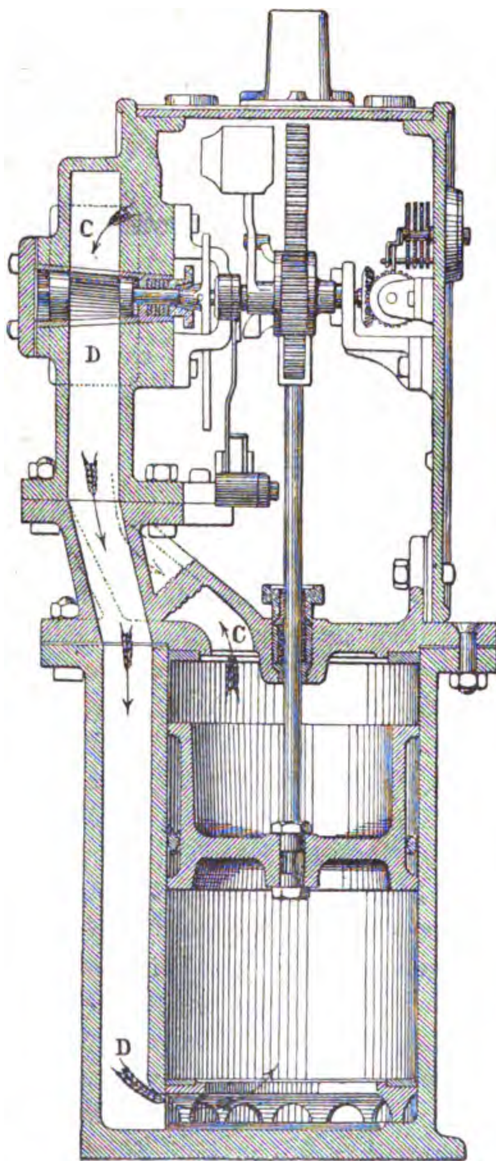


Fig. 6. — Compteur Kennedy.

Le mouvement alternatif de l'arbre est converti en mouvement circulaire continu qui actionne les aiguilles du cadran.

On comprend aisément la précision presque mathématique de ces appareils et des compteurs à piston en général, qui enregistrent avec la même exactitude le passage d'un dixième de litre par seconde aussi bien que celui de plusieurs litres. Cette extrême sensibilité qui a fait hautement apprécier ces appareils par les ingénieurs qui n'ont eu à considérer que le côté technique des

choses, n'est obtenue que par des sacrifices qui ont effrayé beaucoup de constructeurs, qui n'avaient, eux, qu'à s'occuper du résultat pratique au point de vue commercial d'*un marchand d'eau*.

Les compteurs à piston coûtent environ le double des autres : ainsi quelques-uns se vendent 150 francs pour un diamètre de 20 millimètres lorsqu'un excellent compteur de vitesse du même débit ne vaudra pas 80 francs.

Dans les gros diamètres, la différence de prix est encore beaucoup plus importante et l'achat d'un tel appareil devient presque inabordable.

Leur volume et leur poids sont cinq ou six fois supérieurs à ceux des compteurs de vitesse.

Certains types font un bruit dans leur fonctionnement qui peut être un inconvénient dans certaines circonstances et surtout pendant la nuit. On ne peut pas placer ces appareils dans un local habité : une loge de concierge, par exemple.

Leur entretien est coûteux, car il doit être fait fréquemment, sous peine de voir la précision de l'enregistrement disparaître rapidement. Il y a alors certaines positions des pistons et tiroirs qui permettent le passage de l'eau sans enregistrement aucun. Ceci est la cause du *surcomptage* des compteurs qui s'observe surtout aux débits faibles.

Le passage de l'eau à travers le ou les cylindres diminue considérablement la pression en raison de la force employée pour faire mouvoir les pistons.

Nous devons également signaler dans ces appareils un inconvénient assez grave, c'est qu'au moindre dérangement dans un des organes, il se produit un arrêt total de l'eau, le compteur se cale, ce qui indispose les abonnés et amène des récriminations contre les Administrations ou Sociétés concessionnaires; dans certains cas, l'incendie par exemple, si cet inconvénient venait à se produire, il pourrait entraîner de très graves conséquences.

II. **Compteurs à disque**. — Les compteurs à disque présentent aussi quelques-uns des inconvénients que nous venons de signaler. Leur construction hardie et nécessairement composée de matériaux hétérogènes n'est pas faite pour garantir une solidité parfaite.

Ces instruments sont très délicats, aisément déréglables, ainsi que nous allons le prouver.

Mais mentionnons, en premier lieu, la condition *sine quâ non*

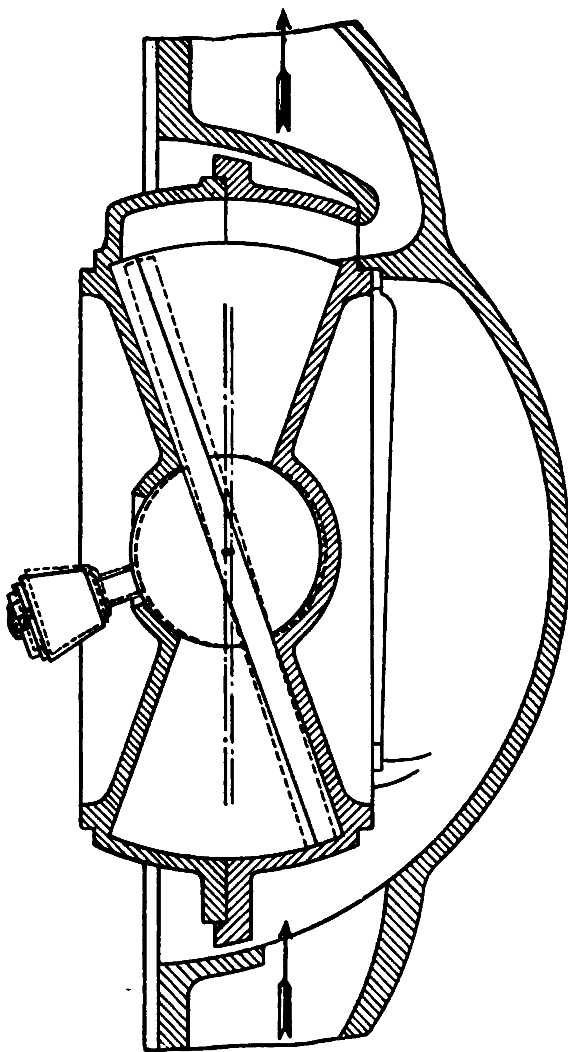


Fig. 7. — Type Thomson

pour l'emploi de ces compteurs : *c'est que l'eau soit particulièrement pure.* Une eau calcaire qui forme des dépôts sur les parois de la chambre sphérique, sur le disque et les autres organes, de même qu'une eau qui se trouble périodiquement (c'est souvent le

cas dans les pays tropiques pendant la période des fortes pluies) exclut d'avance l'emploi de tout compteur à disque.

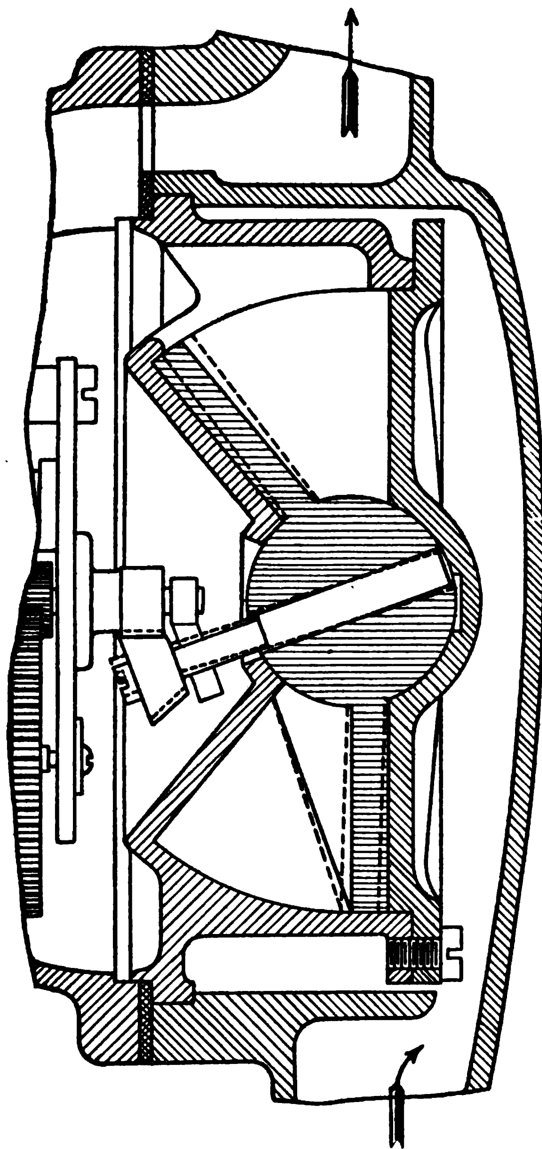


Fig. 8. — Type Hersey.

En consultant nos dessins représentant les coupes des divers appareils, on peut se rendre compte que dans la construction des compteurs à disque, on emploie deux types différents de chambre à disque.

Au premier (type Thomson, fig. 7) la partie sphérique de la chambre est divisée en deux par un axe horizontal. Le disque roule sur les parois de deux cônes tronqués formant saillie dans la chambre. Le disque même est plat.

Le second type (Hersey, fig. 8) n'a qu'une partie sphérique et un cône, le fond étant formé par un plateau plan. Le disque est conique.

Pour que le compteur marche bien et qu'il travaille exactement, il est nécessaire que le disque serre bien sur ses bases et *qu'il ne passe même pas un minimum d'eau entre les deux, puisque cette quantité n'est pas mesurée du tout.*

De plus, il faut que l'interstice existant entre les parois sphériques de la chambre et le disque (interstice qui doit être aussi petit que possible) soit exactement le même dans toutes les positions du disque et que le disque ne frotte nulle part aux parois de la chambre.

Pour arriver à ce résultat des plus délicats, il est nécessaire que le centre du disque coïncide très exactement avec celui de la chambre.

Par conséquent, entre les deux types de chambre à disque, on doit donner la préférence à celui qui offre le plus de chance d'arriver à ce résultat.

Examinons d'abord la chambre à deux cônes (fig. 7).

Pour peu que le centre du disque ne coïncide pas avec le centre de la chambre, on aura la position du disque semblable à celle que le croquis indique en lignes pointillées. Le disque ne s'appuiera alors que très imparfaitement contre les deux cônes, et sa périphérie frottera contre la boîte sphérique d'un côté, tout en laissant du jeu du côté opposé.

Ce cas se présentera dès que l'un des cônes (dans la figure 7 c'est celui de dessus) fera saillie dans la chambre en plus forte mesure que l'autre, c'est-à-dire lorsque la similitude des deux moitiés de la chambre laissera à désirer.

Il est donc préférable de supprimer l'une des moitiés de cette chambre, pour que l'atelier n'ait à travailler que sur un seul centre.

Le second type, autrement dit celui qui ne comprend qu'une partie sphérique et un cône, le fond étant formé par un plan (fig. 8) constitue donc une simplification et offre une plus grande sécurité.

On a le choix alors de conserver l'une ou l'autre des moitiés

sphériques, mettant le fond plat, soit en haut, soit en bas. Le premier mode est celui de « l'Éclair » (planche V, fig. 56), le second mode a été appliqué par l' « Étoile » et l' « Aigle », planche V (fig. 54 et 55). L' « Éclair » économise ainsi la dépense pour le double fond, ce que l' « Étoile » et l' « Aigle » auraient pu faire également, mais ils l'ont maintenu évidemment dans le but d'amortir les coups de béliers et pour créer un récipient des corps étrangers avant l'entrée dans la chambre du disque.

Dans l' « Éclair », les impuretés arrivées dans la chambre y resteront et se mettront toujours à nouveau entre le disque et les parois sous l'influence de la gravité.

Quant à la forme du disque, elle n'est pas la même dans les types « Thomson » et « Hersey ». En effet, au premier c'est le disque plat et au second c'est le disque conique. Il est évidentque le disque conique résistera mieux aux coups de bélier et se brisera donc moins souvent. C'est là, incontestablement, un avantage sérieux.

D'un autre côté, si l'on examine le mouvement du disque sur le cône, on trouve qu'il se compose d'un roulement et d'un glissement, et que ce dernier est moins considérable pour le disque plat que pour le disque conique.

Ne pouvant réunir tous les avantages à la fois, nous voyons que, dans la pratique, tel constructeur a opté pour le type « Thomson » et tel autre pour le type « Hersey », ainsi qu'on le verra au tableau suivant qui résume les fabricants principaux dans les différents pays :

	DISQUE PLAT	DISQUE CONIQUE
États-Unis.	Thomson-Lambert. Keystone (Pittsburg W. M. Cy). Trident.	Hersey. Nash (National Meter Cy). Worthington. Niagara (Buffalo Meter Cy).
France.	Etoile. Lutèce. Trident.	Etoile. Aigle. Eclair.
Allemagne.		Meinecke. Siemens et Halske.

Mais revenons encore à notre croquis (fig. 7).

Supposons un travail primordial sans reproche[1] et une eau pure : *le disque alors marchera doucement sans frotter contre les parties sphériques jusqu'au moment où la boule aura creusé son coussinet, et alors il n'y aura plus la coïncidence exigée des différents centres du disque et de sa chambre. Cet accident se produira fatalement, on ne peut différer d'opinion que sur le moment où il existera et alors la situation sera celle que la figure 7 montre dans la partie pointillée pour le type Thomson.* Il y aura ballottement des organes, l'usure sera rapide et destructive et les fuites d'eau augmenteront avec l'usure. Qu'on tienne compte encore du frottement contre la mince paroi, de l'entrée latérale de l'eau favorisant l'ovalisation, des grains de sable, des dépôts que forment même les meilleures eaux, et on sera édifié suffisamment sur le succès final du compteur à disque.

Écoutons d'ailleurs à ce sujet l'opinion d'un ingénieur américain, *M. Schönheyder*, qui s'exprime, dans le journal *The Engineer* du 2 février 1900, comme suit :

« Ces compteurs sont fabriqués presque exclusivement aux États-Unis, aussi sont-ils employés principalement dans ce pays, quoiqu'il y en ait ailleurs également. Dans leurs grandes lignes, ils sont tous de la même construction, étant composés d'une boîte en bronze ou en caoutchouc, dans laquelle se meut un disque en caoutchouc formant à la fois piston et soupape. *Très rarement ils sont construits pour pouvoir compenser les effets de l'usure, c'est pourquoi leurs organes sont difficiles et chers à réparer.* Ils

[1] Nul doute, la coïncidence des cinq centres et des deux cônes des deux calottes sphériques et de la boule du disque est réalisable, et les frais que cela occasionne peuvent être supportés facilement pour un appareil destiné à des essais devant amener la réception de Laboratoire. Mais lorsqu'ensuite un fabricant se voit devant le choix ou de renoncer à la fourniture, ou de se contenter des prix dictés par la concurrence, le travail d'atelier par série devient forcément moins méticuleux. Et que devient alors la coïncidence précise des 5 centres ? Il est vrai qu'au type « Hersey » la chose est simplifiée par la réduction des centres au nombre de trois.

A tous ceux qui choisiront le compteur à disque, nous croyons devoir conseiller de ne pas craindre d'y mettre au moins le prix pour ne pas tomber dans la camelote.

(Cons. A. M., p. 9). « Il appartient au fabricant de concilier ces deux conditions quelque peu contraires : étanchéité et mobilité du disque. Il peut y parvenir par une construction parfaite et un calibrage rigoureux des pièces qui entrent dans la construction de ses compteurs. »

ont la prétention de jauger exactement le volume qui les traverse, mais même à l'état neuf ils ne sont pas étanches. Il s'ensuit donc qu'ils ne peuvent enregistrer la goutte et que les fuites doivent nécessairement augmenter par l'usure. Leurs qualités semblent être la simplicité, le volume restreint, le prix bas, et on les dit très exacts pour les grands débits. Exemple : « Hersey », « Crown », « Abeille », « Thomson », « Kent Uniform », « Nash ». Seul le « Kent Uniform » est construit pour permettre un réajustage, mais ce n'est pas une solution pratique. Les autres compteurs peuvent être réparés seulement par des manipulations mécaniques exigeant une grande habileté ou par un renouvellement d'organes. *Toutefois, on ne comprend qu'avec difficulté comment des pièces de rechange de dimensions normales peuvent se joindre à des parties usées où aucun ajustage n'est possible.* De rapports publiés récemment dans la presse américaine, il résulte que de plus en plus on se rend compte de l'inexactitude de ces compteurs pour l'enregistrement des petits débits dans les maisons particulières. Lorsque l'eau n'est pas très pure et plutôt dure ou stagnante, pendant quelque temps le compteur se cale et laisse passer un grand débit sans l'enregistrer. A juger de leur construction générale, des rapports sur les résultats obtenus, et de l'expérience faite par l'auteur de cet article, ce dernier ne saurait découvrir *aucun avantage réalisable par l'emploi de ces compteurs plutôt que de ceux de vitesse.* »

Nous parlerons, en passant, des fuites qui sont la conséquence de l'usure des galets de transmission au train. Les lignes pointillées dans la figure 8 indiquent comment cette usure, en diminuant l'étanchéité entre le disque et sa base, peut créer une fuite d'eau. Le remède est évidemment facile dans ce cas.

Mais l'usure générale de l'appareil nécessite, si l'on veut être consciencieux dans la réparation, le remplacement de la chambre entière et du disque, ce qui devient très onéreux.

Et dans la pratique, c'est justement parce que ce serait trop onéreux que les choses ne se passent pas ainsi, ce genre d'usure ne se répare pas, la seule réparation qui se fasse est celle du remplacement du disque, sans souci de l'usure du coussinet, ni de celle de la périphérie intérieure de la chambre du disque.

Un compteur réparé dans de telles conditions et mis à l'essai ne doit certainement plus satisfaire aux exigences d'un règlement comme celui de la Ville de Paris. Que deviennent alors ces compteurs ? Notre programme ne s'étendant pas jusqu'à chercher l'art d'accommoder les restes, nous laissons à nos lecteurs le soin de tirer de cet exposé toutes les conclusions possibles.

Nous regrettons de devoir nous déclarer en opposition avec les constructeurs de compteurs à disque, qui veulent nous persuader que, par suite de la nature simple du mécanisme, les réparations, dans le cas tout improbable où il y aurait lieu d'en pratiquer, disent-ils, seraient très simples, elles aussi; que les pièces de rechange ne coûteraient presque rien, et que le fontainier du service des eaux apprendrait les petits tours de mains de dépose et repose des pièces pendant un court stage de huit jours aux ateliers du fabricant. Cela revient à dire que l'entretien est nul ou presque nul.

Nous voulons bien admettre qu'en parlant ainsi, le constructeur est dans son rôle, mais, quant à nous, notre avis est le suivant : les compteurs à disque sont appelés à disparaître des concessions publiques d'eau, dans un avenir qui n'est peut-être pas très éloigné; ils seront très bien placés dans un cabinet de physique pour servir à une démonstration du principe sur lequel ils reposent, le système est, nous le reconnaissons, très ingénieux; mais c'est là toute la valeur que nous lui reconnaissons. L'exactitude de ces compteurs n'étant que passagère, leur entretien est très coûteux et souvent inefficace.

Dans un chapitre qui précède (p. 22) nous avons mis nos collègues en garde contre les compteurs dont le prix réduit s'obtient par une réduction des dimensions du corps, et nous avons dit que la *constatation du débit correspondant à une certaine perte de charge dans le compteur* suffit à juger sous ce rapport de la valeur de l'appareil. Nous devons ajouter ici que pour *les compteurs à disque, ce procédé ne suffit pas pour tirer la conclusion voulue, mais que le calcul des révolutions par mètre cube débité constitue un moyen aussi sûr que simple d'y suppléer.*

Chaque révolution du disque expédie un cube d'eau bien déterminé et qui est facile à constater, soit par le calcul à l'aide des

dimensions de la chambre, soit par un essai. L'usure est en raison du nombre des révolutions. *Donc, de plusieurs compteurs à disque présentés comme ayant les mêmes diamètres de tubulure, celui qui sera le moins à conseiller sera celui qui fera le plus grand nombre de tours pour débiter un mètre cube.*

On appréciera la valeur de notre observation, lorsqu'on se sera rendu compte que *dans les différents systèmes de compteurs à disque le nombre de rotations pour un mètre cube varie du simple au double.*

III. *Compteurs de vitesse.* — Le compteur employé presque exclusivement en Allemagne, Autriche, Hongrie, Suisse, Danemark, Suède, Norvège, Hollande et Belgique, est le compteur de vitesse, c'est-à-dire le système auquel en France on fait le grave reproche de ne pas compter la goutte. A cela les ingénieurs étrangers ont la réponse toute prête, savoir :

1° Les compteurs de vitesse employés en 1906 sont bien supérieurs à ceux qu'on construisait il y a trente ans.

Ils ont une sensibilité très suffisante pour les moindres débits usuels, et régulièrement entretenus à peu de frais ils ne perdent jamais cette sensibilité.

2° *A chaque abonné l'Administration devrait imposer un minimum d'abonnement*, car on estime que les grandes dépenses d'établissement d'une distribution d'eau ne peuvent être fructueuses que si la population fait un usage suffisamment abondant des eaux. Or, si on n'impose pas le minimum, on risque de se trouver aux prises avec l'économie mal raisonnée des abonnés qui, dans le but d'éviter une dépense de quelques centimes, ne se serviront de l'eau qu'avec parcimonie et compromettront ainsi le but hygiénique qu'une ville veut atteindre, lorsqu'elle s'impose l'établissement d'une distribution d'eau. A ce sujet, nous reproduisons l'extrait suivant du règlement des eaux de la Ville de Vienne (Autriche).

« Pour estimer la quantité d'eau à débiter, on prend pour base que, pour une bonne alimentation des ménages dans chaque maison, *la consommation de 25 litres par habitant est nécessaire, mais aussi suffisante.* Ce chiffre forme la base pour calculer la

quantité d'eau à débiter pour les besoins de ménage ordinaires d'une maison. »

Subsidiairement, la clause du minimum d'abonnement produit encore l'effet de supprimer toute tendance de fraude, et à ce sujet elle est certainement beaucoup plus efficace que des compteurs mal entretenus. Elle n'est d'ailleurs pas contraire aux habitudes françaises, elle se trouve dans le règlement d'abonnement au compteur d'un assez grand nombre de distributions d'eau en France. En effet, pourquoi ne l'intercalerait-on pas dans les polices d'abonnement au compteur, alors qu'elle forme une partie intégrante également de tout abonnement au robinet libre et à la jauge ?

A Berlin, on ne saurait réaliser des bénéfices aussi considérables, si l'eau s'écoulait sans être payée. D'après le rapport officiel les pompes ont élevé, en 1902, 55 352 982 mètres cubes se répartissant comme suit, d'après une statistique minutieusement établie :

I.	Eau débitée contre paiement.	46 443 845 m³	=	83 905 p. 100.
II.	— sans être facturée.	4 855 550 —	=	8 768 —
III.	— non enregistrée .	4 055 587 —	=	7 327 —
	Total.	55 352 982 m³	=	100 000 p. 100.

7,327 p. 100 *de déchet en tout :* pour le non-enregistrement de la goutte par les compteurs, pour les fuites souterraines du réseau de distribution (960 kilomètres, sans les conduites d'adduction) et pour la remise en charge de conduites après réparation de ruptures. C'est le moment de se rappeler que le règlement de la Ville de Paris accorde aux compteurs neufs une tolérance jusqu'à 8 p. 100 en moins, mais refuse ceux qui ne marquent pas la goutte. Par contre, à Berlin, on n'accorde que 2 p. 100 en plus ou en moins. Les chiffres de Berlin sont si beaux qu'on pourrait les soupçonner, si la balance superbe entre recettes et dépenses n'était pas là pour exclure tout scepticisme, sans même parler des cas analogues dans les autres villes que nous avons déjà citées et de celles dont nous parlerons encore (p. 3 et 53).

IV. *Conclusions.* — Nous résumerons notre appréciation sur les trois systèmes de compteurs en quelques lignes seulement.

En premier rang, nous plaçons les compteurs volumétriques à piston, sous la réserve qu'ils seront entretenus d'une façon très régulière, très suivie. Faute de ce faire, ils se placeraient après un temps d'usage relativement restreint dans un rang bien inférieur.

Viendraient ensuite les compteurs de vitesse bien construits. Nous évinçons naturellement les compteurs à turbines à réaction pour conserver exclusivement la roue à palettes (et l'hélice pour des cas spéciaux). Ce système est celui qui donnera le plus longtemps une approximation constante du débit et dont l'usure sera moindre et l'entretien moins coûteux[1].

Viennent enfin les compteurs à disque, pour lesquels nous n'éprouvons aucun scrupule en les classant au dernier rang. Ce sont des appareils qui sont tentants par leur système ingénieux, mais qui sont délicats et dont l'usure est irréparable à moins de grands frais. Ils doivent avoir forcément une vie très restreinte.

Au premier chapitre (p. 3) nous avons parlé de l'intéressant article de M. Lidy. D'après ce qui précède, on jugera des points de détail où notre appréciation concorde avec la sienne, de même que de ceux où nous sommes d'un avis différent. M. Lidy préconise l'emploi obligatoire du compteur avec la recommandation additionnelle : « location et entretien du compteur à l'abonnement. »

Nous trouvons ces mesures parfaites et nous nous rangeons encore à la thèse relative à la compétence douteuse, d'un entrepreneur d'entretien, savoir :

« On ne s'improvise pas constructeur de compteurs. Les concessionnaires seront à la merci de plombiers plus ou moins habiles, qui n'hésitent pas à entreprendre eux-mêmes un genre de travail dont ils ne soupçonnent pas la difficulté. Les compteurs fonctionneront mal, on s'en plaindra, l'Administration verra son travail de contrôle augmenter inutilement et mise en présence de compteurs défectueux, etc... »

Nous applaudissons aussi à l'enregistrement exact des petits

[1] (Cons. A. M., p. 21). Les bons compteurs de vitesse joignent à leur stabilité l'avantage d'un entretien facile, le remplacement d'une pièce usée pouvant se faire sans qu'il soit nécessaire de remanier l'ensemble de l'instrument.

débits d'eau, qui distingue les compteurs à disque à l'état neuf, mais, d'accord avec M. Schönheyder, nous relevons l'importance primordiale qu'on doit attribuer à l'impossibilité absolue d'un réajustage permettant de racheter d'une façon simple et efficace le jeu dû à l'usure.

M. Lidy fait observer très justement :

« Mais les compteurs à disque sont beaucoup moins robustes (que ceux à piston), il arrive quelquefois que les disques se cassent, que les minuteries se détériorent. »

Toutefois il conclut comme suit : « Le compteur à disque donne des installations encore excellentes, moins chères, mais un peu plus sujettes à réparations. Les réparations sont généralement faciles et peu coûteuses. »

Plus loin nous lisons le conseil utile « d'envoyer chez les constructeurs les compteurs dont la réparation est un peu délicate. Ce sera un peu plus cher, à cause des frais de transport, mais ce sera plus économique cependant, car un compteur mal réparé revient ensuite fréquemment à l'atelier ».

Or, puisqu'il en est ainsi, ne doit-on pas craindre que cette nécessité ne se déclare trop souvent pour les compteurs à disque ?

« Les villes peu importantes, trouvant très difficile d'installer un service de contrôle qui puisse s'occuper de la réception et de la mise en essais de nouveaux modèles, feront bien, dit M. Lidy d'exiger qu'un compteur offert par un constructeur ait été au préalable admis aux essais d'une grande ville. »

Nous croyons qu'on trouvera en effet tout indiqué de profiter de l'expérience des autres. Et dès lors, quoi de plus facile que d'adresser à un certain nombre de villes un questionnaire sommaire conçu par exemple comme suit :

1° Quel est le nombre d'habitants?

2° Quelle est la consommation d'eau par tête et par jour ? maximum en été ? minimum en hiver ?

3° Quelle est la mortalité ?

4° Quel est le prix auquel les abonnés paient un mètre cube d'eau ?

5° Quel est le système de compteur employé ? Depuis quand l'a-t-on adopté ? Combien d'appareils a-t-on installé à cette époque ? Quel est donc l'âge des compteurs ?

6° Le bilan annuel de la distribution d'eau solde-t-il en bénéfice ou en perte ? Par combien ?

Le compteur divisionnaire. — L'article de M. Lidy cite, à côté de Bordeaux, quelques autres villes savoir : 134 situées dans les États-Unis, puis Paris, Bruxelles et les 27 villes les plus grandes de l'Allemagne. Vu la consommation d'eau très élevée, on ne sera pas tenté d'imiter ce qui se pratique aux États-Unis. Quant à Paris... « malgré l'emploi général du compteur, le gaspillage et l'accroissement indéfini de la consommation persistent ». L'auteur attribue la cause de ce mauvais résultat aux lenteurs que subit à Paris la *généralisation du compteur divisionnaire*. Il touche à cette occasion une question qui, depuis longtemps, a été l'objet de nombreuses discussions. Essayons de l'examiner dans ses lignes principales. Berlin et Vienne sont encore dépourvues de compteurs divisionnaires. Berlin vend le mètre cube d'eau à 19 centimes, tandis qu'il coûte 35 centimes à Paris. A Berlin, la consommation journalière ne dépasse pas 113 litres par tête, à Vienne elle est encore beaucoup inférieure à ce chiffre. A Berlin, on contrôle régulièrement et la consommation privée et celle des services publics[1], et ainsi on parvient à connaître exactement la quantité d'eau qui reste impayée : pour l'exercice 1902, le déchet n'était que de 7,327 p. 100, pour 1905 il est descendu jusqu'à 6,5 p. 100.

Quel est le chiffre du déchet de Paris ?

Nous avons lu, dans la *Technique Sanitaire* du 1er août 1902 le rapport que le 13 juin M. Gelez avait fait au Conseil municipal de Paris et où il avait critiqué sévèrement les *dégrèvements pour excédents de consommations d'eau*. « Pour l'année 1900, dit le rapport, les compteurs indiquent par jour 117 644 mètres cubes en moyenne et l'estimation est donnée de 151 000 mètres cubes. Cet écart de 34 000 mètres cubes a sa raison d'être, nous ne la connaissons pas, mais l'auteur du compte rendu ne doit pas l'ignorer et ce n'est pas par hasard qu'il a fixé ce chiffre... En

[1] M. Lidy en recommandant à juste titre de s'inspirer des principes établis par M. Putzeys dans son magistral exposé dans la distribution d'eau de Bruxelles dit : « Pour atteindre complètement le but, il ne faudra pas d'ailleurs s'en tenir à la suppression du gaspillage privé : il sera non moins nécessaire de revoir soigneusement tout l'ensemble des services publics. »

tout cas les Parisiens auraient tort de se plaindre du prix élevé de l'eau, puisqu'ils bénéficient, d'une manière ou de l'autre, d'une remise de 20 p. 100 au moins, qui peut s'élever à 47 p. 100 pour les privilégiés. »

On partagera sans doute l'opinion de M. Gelez quand il dit : « De deux choses l'une : le compteur est exact ou ne l'est pas. »

Pour se rendre compte de l'utilité qu'il y aurait à imposer le divisionnaire, on devra tenir compte de deux critériums, savoir :

1° Des conditions locales,

2° Des habitudes de la population.

Nous ne trouvons pas dans le manque du divisionnaire la seule cause de la situation de la distribution d'eau de Paris, mais nous considérons son introduction comme tout indiquée [1], le choix du système le mieux approprié restant toutefois réservé à la discussion. Car si aux compteurs de première ligne qui existent, on ajoutait un demi-million de divisionnaires, dont l'entretien amènerait encore un problème qu'en pratique personne ne parviendrait à résoudre, on ne ferait que multiplier le mal. Supposons un immeuble possédant 1 compteur de première prise et 20 de seconde prise. Qu'arriverait-il, si les enregistrements cumulés des 20 derniers ne concordaient pas avec le chiffre du premier ? et qu'il en fût de même dans tous les

[1] (Cons. A. M., p. 4). « Les locataires qui ne paient pas directement l'eau qu'ils consomment n'ont aucun intérêt à la ménager, puisque leur redevance au propriétaire, indépendante de leur consommation dans une certaine mesure, ne peut tenir compte de l'économie avec laquelle ils ont usé de l'eau. Dans ces conditions les compteurs ne peuvent empêcher complètement le gaspillage. L'écueil d'un tel système apparaît principalement dans les maisons à bon marché : le prix de l'eau, considérable par rapport aux faibles loyers perçus, amena des charges très considérables pour leurs propriétaires ; ceux-ci craignant, selon l'expression heureuse de M. Cheysson, de « voir entraîner dans les canalisations le rendement financier de leurs immeubles « se trouvèrent amenés à rationner leurs locataires. On imagina des robinets qui immobilisent une main pendant toute la durée du puisage, d'autres qui ne permettaient d'obtenir, par manœuvre, qu'un volume d'eau limité : quelques propriétaires allèrent jusqu'à supprimer complètement la distribution de l'eau pendant une partie de la journée. On ne saurait approuver ces procédés vexatoires qui vont à l'encontre des principes d'hygiène en honneur à notre époque. C'est à juste titre qu'un usage de l'eau abondant, sans gaspillage, est considéré comme la sauvegarde de la santé et de la morale publique. Economie est seulement l'antithèse du gaspillage. A cet état de choses défectueux le meilleur remède est l'application des compteurs individuels, ou compteurs divisionnaires, qui rendent chaque locataire responsable de sa consommation et font supporter le prix de l'eau dépensée à celui qui en profite. L'emploi de cette méthode si logique a d'ailleurs un précédent, puisqu'elle fut adoptée dès l'origine pour le gaz, sans jamais susciter la moindre plainte. »

immeubles possédant des compteurs divisionnaires? Ce serait vite la guerre entre les divers intéressés, chacun prétendant exact ce qui serait à son avantage. Le cas serait tout autre, si on acquérait d'avance la certitude d'un entretien sans défaillance, et que le premier locataire qui viendrait pour inculper son divisionnaire pourrait être invité à se rendre compte de son erreur au moyen d'une vérification de l'appareil par le Laboratoire du Conservatoire National des Arts et Métiers. C'est uniquement ainsi, nous semble-t-il, que les locataires pourraient être amenés à changer d'habitude. Le Conservatoire National serait l'arbitre, le propriétaire serait sûr d'avoir gain de cause, et le locataire n'aurait pas à s'occuper de l'enregistrement bon ou mauvais du compteur placé en première ligne sur le branchement principal.

A plus d'un point de vue, nous estimons que parmi les cas spéciaux, Paris doit être mis à part. Il est probable que, si tout y était excellent, on en parlerait beaucoup moins souvent. Et il pourrait s'ensuivre au moins ceci : que les villes de province auraient avantage à s'inspirer, par une étude méthodique, de ce qui se pratique dans les autres villes ayant une situation analogue à la leur. M. Lidy attire notre attention sur les beaux résultats obtenus dans 27 villes allemandes et aussi sur ceux de la Ville de Bruxelles. Et des exemples analogues ne font pas défaut parmi les distributions d'eau en France. Or, dans ces villes allemandes, il ne doit guère exister de compteurs à disque, et en ce qui concerne la distribution d'eau de Bruxelles, que dirige M. Putzeys, le compteur unique auquel sont dus ces beaux résultats, c'est le Kennedy à piston, car à l'heure actuelle il n'y en a pas d'autres.

Encore un dernier mot sur le service de réception et de la mise en essai de compteurs. Le Conservatoire National des Arts et Métiers est organisé pour s'en charger à la demande de toute municipalité et il poinçonne les appareils, lorsqu'ils ont rempli les conditions de réception. De cette manière, la plus petite municipalité dispose d'un moyen de contrôle simple et peu coûteux [1].

[1] (Cons. A. M., p. 4). « Le Laboratoire d'essais, en vérifiant suivant les indications que lui donnent les intéressés les appareils qu'on lui présente, compteurs de toutes sortes, de première prise ou divisionnaire, est appelé à rendre les plus grands services tant aux particuliers qu'aux municipalités, qui ne veulent pas faire la dépense d'un service spécial de vérification, service délicat nécessitant l'intervention d'un personnel instruit à cet effet, et l'installation d'appareils particuliers. »

Nous le répétons : tout en n'étant pas entièrement d'accord avec M. Lidy sur certains points de détails, nous nous félicitons d'avoir rencontré dans son article les mêmes principes fondamentaux auxquels nous nous étions arrêtés nous-mêmes. M. Lidy les condense dans un tableau comparatif qu'il nous est agréable de pouvoir emprunter pour le soumettre à nos lecteurs.

DISTRIBUTION A ROBINETS LIBRES	DISTRIBUTION A COMPTEURS
Accroissement illimité de la consommation et du gaspillage.	Consommation strictement proportionnée aux besoins réels.
Dépenses de plus en plus importantes pour l'adduction de nouvelles eaux.	L'adduction de nouvelles eaux n'est nécessaire qu'en cas d'accroissement notable de la population.
Exploitation financière conduisant à des bénéfices de plus en plus faibles.	Les bénéfices de l'exploitation restent proportionnés à la consommation.

* * *

Nous espérons avoir atteint le but du présent chapitre. Il s'agissait d'établir et de motiver l'ordre dans lequel nous avons pensé devoir classer les compteurs connus d'après la valeur que, respectivement, nous leur attribuons.

Nous tenons à ajouter encore que, pratiquement parlant, nous ne croyons pas à l'existence d'un compteur obligeant les abonnés, par suite de sa rigueur d'enregistrement, à regarnir leurs robinets de service très régulièrement pour qu'ils ne perdent pas par gouttes.

Pour atteindre ce but idéal, les compteurs à piston devraient rester mieux que purement et simplement bien entretenus, ils devraient pouvoir rester neufs ! Encore une fois, nous le dirons : entre laboratoire d'essai et service courant, il y a une énorme différence. Qu'on parcoure donc quelques douzaines d'appartements choisis au hasard dans Paris et qu'on compte le nombre des robinets de cuisine qui fuient, malgré l'épouvantail sous forme de compteurs. Ce fait est tellement connu, que nous ne croyons pas devoir insister davantage. M. Lidy le dit bien nettement : « Paris, bien qu'il y ait des compteurs dans tous les immeubles, distribue en réalité l'eau à robinet libre. »

V. Influence du nombre de tours. — Avant de clôturer le présent chapitre, nous désirons comparer encore un compteur à disque et un compteur de vitesse au point de vue de leurs nombres respectifs de révolutions et au point de vue des conséquences qui en résultent.

Les deux compteurs de 10 millimètres que nous avions choisis pour cette comparaison débitaient chacun 2 mètres cubes par heure sous 10 mètres de perte de charge. Après leur avoir fait débiter 1 mètre cube d'eau, nous avons constaté que le compteur de vitesse avait fait 37 500 tours et celui à disque seulement 16 300 révolutions.

Les rotations dans le premier s'étaient faites autour de la mince pointe du pivot central, mais par contre, dans le second, elles s'étaient faites autour de la partie frottante qui est la boule du disque, constituant un pivot de surface au moins 400 fois plus grande que dans le premier compteur. De cette comparaison, il résulte nécessairement qu'après trois ans de service, ledit pivot central pourra être trouvé relativement plus usé que la boule du disque. On renouvellera donc au besoin ce pivot central, la dépense sera insignifiante et l'effet de l'opération sera complet et irréprochable.

Le fabricant du compteur à disque l'aura garanti à son client pour une période de trois années à l'expiration desquelles il démontrera qu'il aura satisfait à ses engagements. Mais il sera dégagé de toute responsabilité, lorsque, après cinq ou six années de service, la boule aura fini par creuser son coussinet et que la mince paroi aura cédé également à l'influence du frottement incessant.

De ceci, il semble résulter que pour ne pas être victime de conclusions fallacieuses dérivant du seul prix d'achat comprenant une garantie conçue dans des termes très vagues pendant les premières années de service, on devrait exiger pour les compteurs à disque, plus encore que pour tous les autres systèmes, une garantie d'exactitude égale à celle de l'état neuf, pour une durée relativement très longue. M. Bergès est d'avis (p. 44) que « l'entretien des cinq premières années de marche d'un appareil neuf est une faible charge ».

CHAPITRE IV

EXTRAIT DU BULLETIN DU LABORATOIRE D'ESSAIS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

Dans l'introduction, nous avons parlé des essais aussi précis que détaillés auxquels la Direction du Conservatoire National a soumis au total 18 types de compteurs et plus de 100 individus. Les résultats de cette étude scientifique et laborieuse sont résumés comme suit dans la publication que nous avons mentionnée.

REMARQUES GÉNÉRALES RELATIVES AUX ESSAIS DES DIFFÉRENTS TYPES DE COMPTEURS

On peut faire, à propos de l'étude qui précède, les remarques générales suivantes : Dans tout essai d'endurance de compteur[1] il y a lieu de distinguer deux périodes; pendant la première les divers organes en contact se rodent, les engrenages deviennent plus doux, les glaces des tiroirs se polissent, bref les compteurs conservent leurs qualités et quelquefois même voient leur sensibilité au démarrage s'améliorer; la seconde période commence avec l'usure : les pivots et les engrenages prennent du jeu, les joints perdent leur étanchéité, les fuites augmentent, l'exactitude et la sensibilité au démarrage des compteurs vont en décroissant.

On ne saurait oublier, ainsi que nous l'avons déjà dit, que les conditions de l'usage ont une influence prépondérante sur la

[1] Les essais d'endurance ont consisté à mettre chaque compteur en service successivement deux fois pendant une durée voisine de 1000 heures à un débit sensiblement égal au $\frac{1}{10}$ du débit caractéristique, et de constater ensuite, à la rampe d'essai, l'effet qui en était résulté.

conservation des qualités des instruments, et qu'on ne saurait prévoir d'une façon précise, au bout de combien de temps de service les compteurs se trouveront dans la période d'usure et quelle sera l'altération qu'ils subiront.

En ce qui concerne les essais d'endurance faits au Laboratoire, nous sommes amenés à énoncer les remarques suivantes :

1° *Compteurs de volume à piston à mouvement alternatif.* — Les débits de démarrage sont de quelques litres et se maintiennent après deux mille heures de fonctionnement continu à petite allure; les erreurs aux grands débits ne varient pas; aux faibles débits usuels les compteurs tendent à surcompter.

2° *Compteurs de volume à piston rotatif.* — Les débits de démarrage, de quelques litres à l'état neuf, augmentent en général après deux mille heures de service continu à petite allure, en restant toutefois très faibles ; les erreurs ne varient pas sensiblement.

3° *Compteurs de vitesse.* — Les débits de démarrage des compteurs usuels de vitesse bien établis sont compris entre 4 et 20 litres à l'heure et sont relativement constants ; ils diminuent parfois dans les premiers temps d'usage. Les erreurs aux débits usuels, même faibles, ne varient pas sensiblement après deux mille heures de service à petite allure.

CONCLUSION

(Extrait)

En résumé, cette étude a montré que les compteurs usuels pouvaient être divisés en deux groupes :

1° Ceux pour lesquels le démarrage se produit pour les débits très faibles, de quelques litres à l'heure ;

2° Ceux pour lesquels ce démarrage nécessite des écoulements deux ou trois fois plus grands.

Ce groupement répond nettement à deux besoins distincts. Un vendeur a toujours intérêt à mesurer aussi exactement que possible l'eau qu'il délivre et fait payer au volume, mais son intérêt bien compris est aussi d'avoir des instruments peu sensibles à

l'usure ; celle-ci se traduit en effet par une perte au comptage qui peut, dans certains cas, être très importante et rester longtemps inaperçue, surtout dans les villes de province, où la vérification des compteurs posés chez les habitants n'est pas toujours faite très régulièrement ; or, il est à remarquer que les compteurs de volume, qui rentrent presque tous dans le premier groupe, peuvent être dans certains cas moins avantageux à ce point de vue que les compteurs de vitesse qui rentrent en majorité dans le second. Ceux-ci n'ont en effet pas de joints et sont moins sensibles que les premiers à l'action d'une eau chargée de particules solides, telles surtout les eaux des montagnes fournies par les rivières torrentielles.

Dans chaque cas particulier, les intéressés choisiront un compteur de l'un ou de l'autre groupe, en se basant sur la qualité de l'eau distribuée et sur les conditions de la vente de cette eau. Ainsi ils auront besoin de compteurs sensibles lorsque la distribution sera faite uniquement au compteur à des prix élevés atteignant et même dépassant parfois 1 franc le mètre cube, et d'appareils moins sensibles lorsque la distribution comportera un abonnement fixe donnant droit à un certain volume d'eau, et qu'il ne s'agira que de faire payer l'excédent à un prix modique de 0,10 fr. par exemple. Mais quel que soit leur choix, ils ne sauraient trop se méfier des instruments construits sans soin.

CHAPITRE V

RÉSULTATS OBTENUS PAR LE COMPTEUR DE VITESSE

RÈGLEMENTS EN VIGUEUR EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER
DEGRÉ D'EXACTITUDE
ORGANISATION DE L'ENTRETIEN

Ainsi que nous l'avons dit, l'emploi des compteurs de vitesse n'est guère bien répandu en France, sauf celui du Siemens anglais à turbine (réaction) qui, lui, tend à disparaître, parce que, malgré son débit très faible, il a une grande inertie pour le démarrage aux petits écoulements, qu'il se dérange trop souvent par l'obstruction des orifices étroits de la turbine, et qu'enfin les matières premières employées (fonte, et minces plaques en cuivre rouge qui se détériorent rapidement) sont d'un choix peu judicieux.

Nos Administrations municipales dont les plus importantes ne possèdent souvent pas un laboratoire d'essai, insèrent couramment dans leur règlement pour les eaux alimentaires la clause suivante : « Ne sont admis que les compteurs reçus par la Ville de Paris. »

Le règlement de la Ville de Paris a près de trente ans d'existence. A l'époque où il a été étudié, les compteurs à piston avaient acquis une perfection qu'ils n'ont pas dépassée ; il n'existait, au contraire, comme compteurs de vitesse que des instruments médiocres et dont le poids des organes et leurs frottements étaient tels que des volumes d'eau considérables pouvaient passer inaperçus, sans vaincre l'inertie de la turbine enregistreuse.

Aussi la note dominante du règlement de la Ville de Paris est-elle d'imposer le compteur volumétrique à l'exclusion de tout autre.

La Ville de Paris ne paie ni l'achat, ni l'entretien des compteurs. C'est aux abonnés, propriétaires qu'incombent ces dépenses, et ces abonnés propriétaires sont presque toujours dans une situation très aisée. De là l'absence de tout examen réglementaire ayant un caractère industriel et surtout économique.

Et cependant, voyant qu'à Paris même le compteur à disque paraît devoir détrôner le compteur à piston, nous avons été amenés à nous demander si la province aurait intérêt à suivre un peu aveuglément, la nouvelle tendance de la capitale, toutes deux imitant ainsi les Américains dans des procédés dont ils commencent à revenir eux-mêmes [1].

Notre examen nous conduit aux réflexions suivantes :

Une ville ayant 10 000 abonnés immobiliserait env. 1/2 et 3/4 de million de francs pour l'achat de compteurs d'un entretien pratiquement impossible, pour se trouver, quelques années plus tard, devant l'alternative pénible, ou de retomber dans la consommation sans frein ni contrôle, ou de mécontenter les abonnés par les grands frais de réparation d'un appareil qui leur aurait été imposé d'office, ou enfin de faire table rase et d'acheter, encore, une fois 10000 compteurs d'un système plus pratique.

En 1900 M. Schönheyder publia sa critique judicieuse du compteur à disque (voy. p. 36). Peu de temps après, nous reçûmes de feu M. François Joly, Directeur de la distribution d'eau municipale de Cologne, son rapport annuel avec le diagramme repro-

[1] M. Aristide Bergès mentionne dans son ouvrage (p. 49) la Compagnie Intercommunale de Bruxelles, qui a racheté en 1898, aux abonnés de son réseau, 10 000 compteurs de tous types et de tous âges.

Voici ce que l'auteur dit à ce sujet :

« Par suite cependant, de l'*imitation si désastreuse de Paris* qui a existé longtemps en Belgique et qui existe encore dans presque toutes les municipalités françaises, cette Compagnie s'est trouvée en présence d'une énorme majorité de compteurs à piston, c'est-à-dire de beaucoup les plus longs à réparer. Ils sont effectivement une véritable plaie économique et un véritable leurre d'ailleurs au point de vue de la précision qu'on leur prête, selon l'expression de M. Schönheyder, l'apôtre des compteurs. Dès qu'il y en a un grand nombre simultanément en service (90000 à Paris) les trois quarts attendent des réparations et vont de travers : le mal était si grand à cet égard à Paris en 1897 qu'on institua un service spécial de contrôle n'ayant d'autre mission que de « signaler les compteurs à réparer. En 1900, ce service accessoire ne coûtait pas moins de 75 000 francs et cette même année il ne put procéder qu'à 19 000 visites, soit moins du quart du nombre des compteurs.

« N'est-ce pas un abus que d'imposer au public de semblables appareils et de lui en laisser toute la responsabilité ? »

duit planche n° 1. Le cas de Cologne nous frappa vivement et méritait en effet toute notre attention.

Car puisque l'imposition générale du compteur de vitesse appliquée à Cologne a produit un accroissement de recettes du simple au double, et qu'elle a permis ensuite de prendre une mesure aussi démocratique que la réduction du prix du mètre cube d'eau, pourquoi nos villes de province n'utiliseraient-elles pas ce genre d'appareil ?

Bon nombre d'autres municipalités se trouvent dans la même situation favorable. Nous devons nous borner à n'en citer que quelques-unes choisies au hasard.

La Ville de Zurich (Suisse) vend l'eau filtrée et élevée deux fois par des pompes, aux particuliers au prix de 9, 12 et 15 centimes le mètre cube. L'exercice 1902 a clôturé par un bénéfice net de 492 268,17 fr., après avoir versé 485 000 francs, soit 3 p. 100 du premier établissement au fond d'amortissement.

La ville de Leipzig, vendant l'eau aux particuliers à des prix variant de 20 à 27 1/2 centimes le mètre cube, a eu, en 1902, 2 001 330 francs de recettes brutes, et, après avoir attribué 386 520 francs au fonds d'amortissement et 125 620 fr. au fond du matériel, il lui reste encore 509 814 fr. de bénéfice net.

A Berlin enfin, le bénéfice net réalisé par les eaux alimentaires a dépassé en 1903 le beau chiffre de 1,2 millions de marcks, soit 3 100 000 francs. L'eau est débitée aux particuliers au prix uniforme de 15 pfennigs, soit 18 1/4 centimes le mètre cube. Aux services publics, elle est fournie sous contrôle exact de la quantité, mais sans être portée en compte aux services respectifs.

Toujours désireuses d'augmenter leurs recettes, ces villes ne se sont nullement désintéressées lors de l'apparition du compteur à disque. Bien au contraire, elles ont fait des essais par plusieurs centaines de ces appareils posés chez les abonnés. Mais après trois à quatre ans de service ordinaire, ces appareils n'ayant pas tenu ce qu'ils avaient promis, ont été abandonnés définitivement. Un cas récent de ce genre nous vient de la ville de Copenhague.

Les distributions d'eau en France sont-elles actuellement dans

la plupart des cas une source de revenus pour nos Administrations municipales ? Sinon, pourquoi ces Administrations municipales refuseraient-elles d'examiner une méthode d'une simplicité extrême pour les rendre lucratives ?

Sommes-nous trop fiers pour refuser de profiter des applications des rayons Röntgen, uniquement parce que la découverte en a été faite outre-Rhin ? Les Allemands ne nous sont-ils pas redevables, à nous, des méthodes glorieuses de notre Institut Pasteur ?

Nous allons nous rendre compte à présent comment les villes, voyant l'impossibilité de réunir dans le même compteur deux qualités absolument incompatibles entre elles, savoir : l'enregistrement de la goutte au Laboratoire des essais d'une part, et la conservation d'une exactitude aux débits usuels après une période relativement réduite en service courant d'autre part, peuvent réussir à se créer, par l'adoption pure et simple du compteur de vitesse, une institution féconde pour les finances municipales.

L'organisation à adopter peut se résumer comme suit :

1° Le compteur doit être robuste de construction, mais d'un grand fini de travail et composé de matières premières de qualité supérieure. Le plus petit des appareils admis doit débiter 2 mètres cubes à l'heure sous 10 mètres de perte de charge[1].

2° Le compteur doit rester toujours propriété de la municipalité. Elle prélève des abonnés un prix annuel pour le loyer y compris l'entretien[2]. Elle évite par là toute discussion dans le cas où

[1] Nous n'hésiterions pas à approuver l'emploi des compteurs de 1 mètre cube encore comme divisionnaires et pour les habitations ouvrières.

Mais en aucun cas, nous ne descendrions au-dessous de 1 mètre cube, car pour remplir à l'occasion une baignoire, ce serait bien la dernière limite pratique. Et en diminuant les dimensions on rendrait l'appareil trop peu robuste.

[2] Ces prix de location-entretien ne devraient pas dépasser les chiffres suivants que nous donnons ici à titre d'exemple pour plusieurs pays en prenant pour base le diamètre de 20 millimètres.

Paris, Compagnie Générale des Eaux	24,00 fr.	par an
Vienne (Autriche)	21,90	—
Berlin (Prusse)	20,00	—
Bruxelles (Belgique)	19,00	—
Neuchatel (Suisse)	15,00	—
Palerme (Italie)	15,00	—
Christiania (Norvège)	14,00	—
Varsovie (Russie) roubles 6, soit	16,20	—
Moscou (Russie) roubles 12,60 soit	34,00	—

elle reconnaît la nécessité de condamner un compteur placé chez un abonné[1].

L'abonné, de son côté n'a jamais à supporter des frais imprévus. Ce mode écarte entièrement les intermédiaires, ce qui, à notre avis, est un grand avantage.

En effet, devons-nous désirer que le particulier s'adresse à son plombier pour lui demander conseil sur le système de compteur à choisir?

L'abonné entend ordinairement consacrer à l'achat du compteur un prix qu'il a en tête, et ce prix suffit généralement pour fournir un appareil bon et durable. Mais si le plombier veut gagner 25 ou 30 p. 100 sur le prix d'un appareil à fournir, le fabricant doit chercher le moyen de concilier les deux exigences. Il va de soi que dans ces conditions ledit fabricant, obligé de faire une grosse remise au plombier, cherche à réaliser des économies dans sa construction, d'où diminution de qualité de l'appareil fourni.

Et l'entretien? Nous ne croyons pas impossible le propos paradoxal qu'on a attribué à un plombier, comme quoi il ne recommanderait pas tel bon compteur, parce qu'il lui rapporterait trop peu comme réparation !

Enfin, ces réparations, de quel droit les plombiers s'en occupent-ils?

Lorsqu'une municipalité ne possède même pas un appareil de jauge, comment les plombiers, qui n'en ont naturellement pas chez eux non plus, pourraient-ils juger du résultat de leur travail de réparation?

Singulier paradoxe en effet que, malgré le tracas et les peines des fabricants pour arriver lors de la fourniture à satisfaire aux exigences sévères du cahier des charges, on puisse se contenter de confier l'entretien de ces appareils à des ouvriers qui n'ont

[1] Voici comment s'exprime à ce sujet M. A. Bergès :
« Les villes, ainsi qu'on vient de le dire, après avoir longtemps abandonné leurs abonnés à l'arbitraire des concessionnaires, ont pris peu à peu, à leur égard, des mesures de protection ; elles ont organisé la location de ces appareils et assumé leur entretien. C'est la monopolisation municipale qui se présente comme des plus avantageuses pour tous les intérêts en jeu, puisqu'en admettant que le compteur soit un mal nécessaire, elle est un moyen de l'atténuer. »

jamais appris le mécanisme de précision et qui ne peuvent que se borner à commander aux fabricants des pièces de rechange, puis à les mettre en place à leur façon. Ce procédé barbare est largement suffisant pour fausser tout l'enregistrement et surtout le démarrage aux petits débits.

Par contre, lorsqu'une ville veut organiser convenablement son service des compteurs, elle doit installer un bon appareil de jauge pour les essais, avec un atelier de réparations dirigé par un contremaître connaissant bien la spécialité. C'est une petite industrie à mettre sur pied, et bien entendu on ne doit jamais y laisser pénétrer un plombier particulier, qui peut être un très bon couvreur, par exemple, mais qui ne peut prétendre être un bon horloger mécanicien.

3° Tout compteur neuf doit passer par ledit appareil de jauge pour constater :

a) Son débit sous 10 mètres de perte de charge (débit caractéristique).

b) Le débit minimum où il enregistre encore un écoulement d'eau sans observer à cette occasion une tolérance limite.

c) Le débit minimum où il commence à enregistrer, avec une tolérance de 2 à 3 p. 100 en plus ou en moins, les quantités écoulées.

d) L'observation de la même tolérance limite pour les débits moyens et grands.

e) Ensuite, on inscrit sur le compteur avec des marques spéciales la date à laquelle il est posé chez l'abonné. Son numéro, la date de la pose et l'adresse de l'abonnement sont inscrites dans un registre *ad hoc*, qui contient encore d'autres colonnes pour recevoir la date de rentrée à l'atelier et les causes de cette rentrée (congélation, arrêt, contrôle) et la nature des réparations éventuelles. On constitue ainsi le registre de l'état civil des compteurs.

4° Suivant la qualité de l'eau (*toute eau de distribution charrie des impuretés, rouille des conduites, morceaux de chanvre et de plomb, gros morceaux de limaille de fonte provenant de la confection de nombreuses prises en charge, sable, dépôts incrus-*

tants[1]) chaque compteur doit rentrer tous les deux ou trois ans, même si personne ne s'en est plaint[2]. Les pièces les plus fatiguées, et enfin tout ce qui semble trop usé pour résister pendant une nouvelle période de deux à trois ans, est remplacé, le compteur subit un nettoyage et graissage général, est remis à l'exactitude qu'il possédait à l'état neuf, et est replacé ensuite chez l'un ou l'autre des abonnés.

On n'attend donc pas qu'un abonné se plaigne pour procéder à la vérification d'un compteur. L'abonné ne sera pas facilement amené à se déclarer lésé par les retards et fuites dans son compteur.

Le résultat de ce contrôle, établi comme règle *sine quâ non*, est une bonne conservation du compteur et le recouvrement presque intégral du prix de l'eau débitée.

L'Administration doit toujours posséder en magasin un stock de 5 à 10 p. 100 de réserve de compteurs pour remplacer ceux qui se trouvent temporairement à l'infirmerie.

Ainsi qu'on le voit, cette organisation est aussi simple qu'elle est efficace, et on peut en juger par les résultats pratiques publiés par les villes qui procèdent comme nous venons de le dire.

Nous citerons les villes de Liége et de Berlin comme exemples de distribution d'eau qui ont traité l'entretien des compteurs avec les fournisseurs de ces appareils. L'entrepreneur est obligé dans des intervalles stipulés, de déposer, de visiter et, s'il y a lieu, de réparer, et enfin de reposer les compteurs après les avoir

[1] M. Bergès écrit (p. 45): « Ce sont le plus souvent les impuretés des eaux fournies qui détraquent les appareils, soit qu'elles proviennent de la source ou des incrustations dans les tuyaux, soit qu'elles proviennent de la négligence dans la pose des canalisations. »

[2] (Cons. A. M., p. 19). « Comme les essais d'endurance faits au Laboratoire ne pouvaient être prolongés indéfiniment et qu'une durée de deux mille heures de travail est insuffisante pour mettre hors de service un compteur bien établi, il a paru intéressant de faire l'essai d'appareils posés depuis quelques années chez des particuliers. Le directeur des Travaux d'une grande ville de province a bien voulu envoyer au Laboratoire quelques compteurs pris au hasard parmi les instruments en service normal, les résultats des essais ont montré que ces compteurs ont besoin d'être suivis et revus fréquemment; en effet un compteur à piston du système D portant la date 1901 essayé en 1905 a démarré aux essais à un débit de 30 litres à l'heure.

« Un autre compteur plus ancien s'est encore plus mal comporté. »

présentés au laboratoire municipal pour contrôle et vérification.

Il nous reste à examiner encore *le degré d'exactitude auquel doivent répondre les compteurs neufs.*

Le cahier des charges de la capitale autrichienne (Vienne) distingue des essais de sensibilité (vie) et des essais d'exactitude. Pour les écoulements faibles marquant la sensibilité, elle accorde une tolérance de 10 p. 100 en plus et en moins. Pour les écoulements où l'exactitude est obligée, la tolérance n'est que de 2 p. 100 en plus et en moins.

Remarquons encore qu'au delà du diamètre de 40 millimètres on n'emploie que des *compteurs combinés*, c'est-à-dire un petit compteur accouplé au grand.

Voici les détails des essais viennois :

1° Essais de sensibilité (vie) du compteur :

Diamètre du compteur.	10	13	25	40	50	80	100	millimètr.
L'écoulement doit être enregistré avec tolérance de 10 p. 000 en plus et en moins, lorsque le passage d'un litre d'eau par le compteur se fait en. . . .	90	60	50	45	40	36	30	secondes.
Ou le passage d'un mètre cube en	25	16 à 17	13 à 14	—	—	—	—	heures.
Ou que le débit par heure est de.	40	60	72	80	90	100	120	litres.

2° Essais d'exactitude, où les erreurs peuvent s'élever à 2 p. 100 en plus et en moins du débit effectif.

Pour tous les compteurs, on fait 5 essais, pendant lesquels on fait varier tantôt la pression, tantôt le diamètre de l'orifice d'écoulement.

a) Variation de la pression. Elle est uniformément établie comme suit :

Essai 1er.	5	atmosphères.
— 2e.	1/4	—
— 3e.	2	—
— 4e.	1/4	—
— 5e.	1/2	—

b) Variation de diamètre d'écoulement.

Essai	1er	2e	3e	4e	5e
Diamètre du compteur 10 mm. ouverture d'écoulement	10	10	6	6	2
Diamètre du compteur 13 mm. ouverture d'écoulement	13	13	6,5	6,5	2,2
Diamètre du compteur 25 mm. ouverture d'écoulement	25	25	9	9	3
Diamètre du compteur 40 mm. ouverture d'écoulement	40	40	15	15	5
Diamètre du compteur 50 mm. ouverture d'écoulement	50	50	20	20	7
Diamètre du compteur 80 mm. ouverture d'écoulement	80	80	25	25	10
Diamètre du compteur 100 mm. ouverture d'écoulement	100	100	35	35	15

Exemple : en combinant *a* et *b*, on trouve donc qu'un compteur de 13 millimètres est essayé comme suit :

Orifice d'écoulement	13	mm. sous	5	atm. de	pression.
—	13	—	1/4	—	—
—	6,5	—	2	—	—
—	6,5	—	1/4	—	—
—	2,2	—	1/2	—	—

Les erreurs d'enregistrement ne peuvent sortir des limites de 2 p. 100 en plus et en moins.

Sous 5 atmosphères, un tel appareil doit laisser passer, à gueule bée, au moins 1 mètre cube d'eau en douze minutes.

Essayé à la sensibilité, il doit enregistrer encore, avec une tolérance de 10 p. 100 en plus ou en moins, 1 litre par minute, ce qui équivaut à 1 mètre cube traversant le compteur lentement pendant une durée de seize à dix-sept heures.

Quant aux villes allemandes, elles ont cru devoir serrer davantage les limites d'exactitude.

Une comparaison des différents compteurs de vitesse en usage avait amené en 1899 l'Association des directeurs de Distributions d'eau à la conclusion suivante :

1° Que le démarrage aux petits écoulements ou la vie des compteurs pouvait commencer de 1/2 à 1 p. 100 du débit sous 10 mètres de perte de charge.

2° Que l'exactitude avec une tolérance de 2 à 3 p. 100 en plus ou en moins pouvait commencer par des écoulements correspondant de 1,5 à 2,5 p. 100 du débit sous 10 mètres de perte de charge.

Et en dessous de ces écoulements de 1,5 à 2,5 p. 100 dudit débit, on n'impose aucune tolérance d'enregistrement.

Les cahiers des charges des Villes de Cologne et de Hambourg prescrivent ce qui suit :

Débit sous 10 m. de p. d. ch.. .	2	3	5	7	10	20	30	50	100 m³ par h.
Diamètre	10	15	20	25	30	40	50	70	100 mm.
Limite d'inertie.	20	30	30	60	70	100	200	600	800 lit. par h.
— d'exactitude.	40	75	100	130	150	250	450	1100	1500 —

A Copenhague, on est satisfait, dès que les compteurs répondent aux chiffres suivants :

Diamètre	10	15	20	40 mm.
Limite d'exactitude	65	100	150	300 lit. par h.

A notre avis, il n'y a rien de mieux que des chiffres pareils. Et si ces Administrations s'en trouvent si bien avec leur système, on devra bien convenir que chercher la goutte, c'est chercher bien loin la solution pratique[1], et qu'il est mieux d'exiger du compteur de vitesse toute la perfection dont il est susceptible. Car au besoin il est possible de rester encore assez en dessous des chiffres susmentionnés de Cologne, ainsi qu'on peut s'en convaincre en lisant les catalogues de différents fabricants.

[1] Dans le livre de M. Bergès nous trouvons la phrase suivante : « Cette remarque est importante, elle montre bien l'esprit pratique anglais. Chercher la perfection est un leurre ; il y a, dans tout, des avantages et des inconvénients, c'est une balance à établir. »

CHAPITRE VI

CONSTRUCTION DU COMPTEUR DE VITESSE

Principe de la construction. — C'est la vitesse de l'eau qui met en rotation l'organe moteur. Pour que la vitesse soit suffisante encore aux débits décroissants, on la multiplie par un rétrécissement de la section de passage, au moment même où l'eau va se jeter sur la roue.

Cette mesure se traduisait par un excès de vitesse aux débits d'une certaine importance. Elle doit donc être compensée dans ces cas par un frein n'entrant en fonction qu'au moment où on dépasse les petits débits. C'est ce qu'on appelle le réglage du compteur.

Réglage. — Supposons qu'un compteur à disque ait été calculé théoriquement avec exactitude en ce qui concerne ses sections et rouages. Malgré cela, sur le banc d'essai, il retarderait, et pourquoi? Au départ de la chambre du disque, l'eau se bute contre la cloison séparant les ouvertures d'entrée et de sortie et est refoulée. Les tourbillons qui se forment alors réagissent sur le disque comme un frein.

Une correction s'imposerait dans ce cas, et cette correction serait purement empirique. Dans l'état ainsi modifié, le compteur avancerait évidemment pendant une diminution subséquente ou pendant une disparition finale des tourbillons, c'est-à-dire pour les débits décroissants.

En effet, un compteur à disque, mis sur le banc d'essai, avance légèrement, lorsque son débit n'atteint plus que les 5 à 10 p. 100 de celui sous 10 mètres de perte de charge.

Ces légères avances aux petits débits, qui (voy. p. 21) constituent un avantage pratique, existent pour les compteurs de vitesse aussi bien que pour les compteurs à disque.

En effet, il y a des compteurs de vitesse dans lesquels un système de chicanes (mobiles ou fixes) crée des tourbillons variant avec la vitesse.

Si les chicanes sont mobiles les unes par rapport aux autres, les enregistrements du compteur peuvent être réglés à nouveau dans les limites comprises entre 5 et 15 p. 100 (ce qui est fort

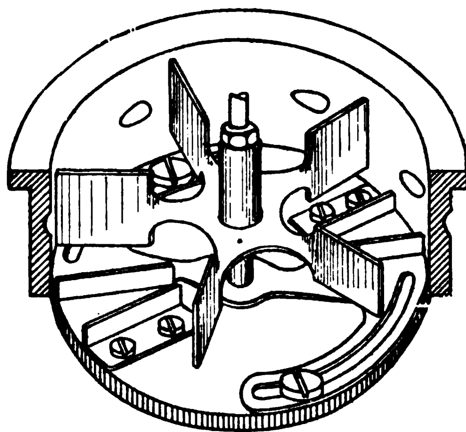


Fig. 9. — Réglage du compteur « Doat ».

important) après introduction d'une pièce de rechange ayant occasionné un déréglage, et cela ne requiert évidemment pas l'habileté et les connaissances nécessaires au choix d'un engrenage de forme différente approprié pour le train, ce qui constituerait le remède unique pour un compteur à disque déréglé.

Le croquis (fig. 9) montre la construction fort simple du réglage du compteur « Doat », composé d'une double chicane mobile et d'une double chicane fixe, organes qui sont fixés sur les fonds supérieur et inférieur du compartiment qui renferme la roue.

Il est clair que les chicanes fixes seules ne possèdent pas cette élasticité si précieuse après la réparation d'un compteur.

Il y a encore d'autres types de réglage. Ainsi au compteur « Globe », des boules perforées et mobiles sur leur axe projettent

l'eau sur la roue, au besoin dans le sens opposé à la rotation (fig. 10).

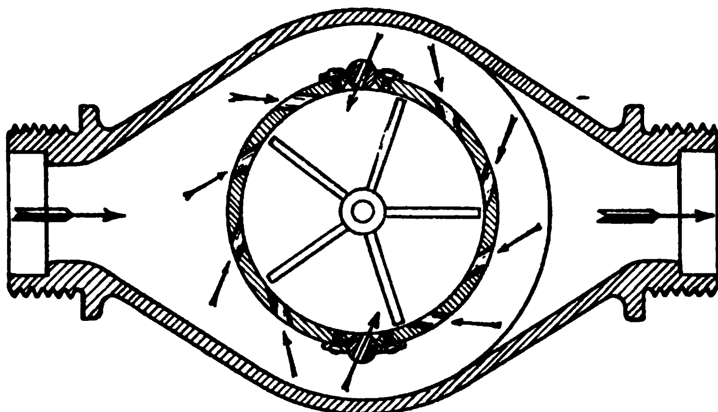


Fig. 10. — Réglage du compteur « Globe ».

Au compteur de la « Breslauer Metallgiesserei », l'eau sort par deux ouvertures formant secteurs dans le fond, et un disque obturateur mobile règle l'écoulement (fig. 11).

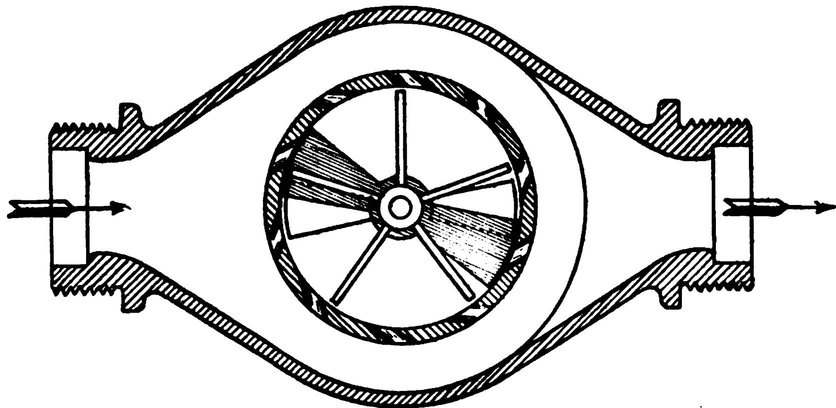


Fig. 11. — Réglage du compteur de la Breslauer Metallgiesserei.

Aux systèmes « Schinzel » et « Radial » (fig. 12), l'eau quitte la roue par un passage axial en haut, et ce passage se trouve au centre de plusieurs passages secondaires répartis sur la circonférence d'un cercle et réglables par un anneau plat tournant et perforé par des trous correspondants.

Conduite de l'eau. — L'eau arrive dans la chambre de la roue par une seule[1] ou par plusieurs[2] ouvertures. Ce dernier mode permet d'éviter une pression latérale sur le pivot. L'eau peut avoir un mouvement horizontal[1] ou aussi vertical[2]. Ce dernier sens est préférable surtout si le mouvement a lieu de bas en haut, soulevant ainsi la roue et diminuant le frottement sur la crapaudine, diminuant l'usure, augmentant la sensibilité[3].

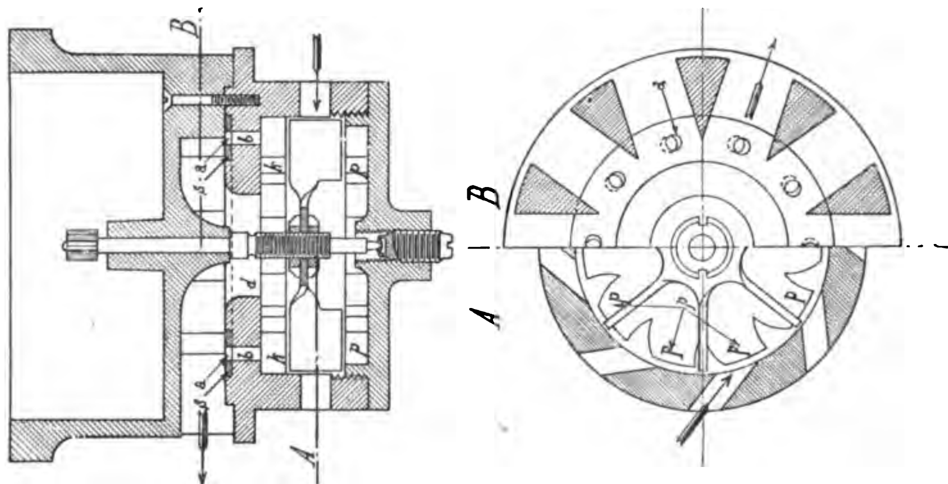


Fig. 12. — Réglage du compteur Schinzel.

Sensibilité. — Pour atteindre, sous ce rapport, le maximum, il convient de diminuer les frottements. Puisque nous désirons qu'un compteur de vitesse s'approche de l'idéal autant que possible, puisque nous savons que son point faible, si l'on veut l'appeler ainsi, repose dans la difficulté relative éprouvée pour vaincre l'inertie, nous devons exiger d'un compteur de vitesse un fini de travail sans pareil. Depuis quatre ans environ, on a beaucoup parlé à Paris du compteur de vitesse du modèle « Doat », construit par la Compagnie Générale des Conduites d'eau. Il avait réussi à subir victorieusement les épreuves du Laboratoire des essais de la Ville de Paris, exemple unique parmi tous les types

[1] Systèmes Dreyer Spanner et Faller.

[2] Systèmes Radial, Schinzel, Lux, Neptune, Breslauer-Metallgiesserei, Compagnie Générale des Conduites d'eau (Doat Globe) Meinecke.

[3] Compagnie Générale des Conduites d'eau, Meinecke, Siemens et Halske, etc.

existants de compteurs de vitesse ! Une douzaine de ces appareils ont même été installés pendant plus de deux ans chez des abonnés de la Compagnie Générale des Eaux de Paris, et si nous sommes bien informés, ils ont passé les essais de contrôle aux intervalles réglementaires, sans que pendant cette longue période on les ait trouvés en défaut. Cependant comparés avec des appareils volumétriques, ils avaient péché par quelques litres au démarrage déjà au Laboratoire des essais.

Bref, en face du règlement, pris à la lettre, on a hésité à les admettre définitivement, et l'affaire en est restée là, croyons-nous.

A juste titre, ce cas a vivement intéressé nos collègues. Nous extrayons, par exemple, de l'ouvrage de M. Aristide Bergès le passage suivant page 71 :

« Il y a en Allemagne, une demi-excuse à l'emploi aveugle des compteurs, c'est que ces appareils n'y sont pas, comme en France, du type « à piston », ils sont exclusivement du type de « vitesse », type dont une expression parfaite est fournie par le modèle H. Doat de la Compagnie des Conduites d'eau à Liège. Cette Compagnie exploite un important service de la Banlieue de Paris, où elle a placé environ 4 000 exemplaires de ses modèles. Mais, bien entendu, elle n'a pas été admise par la Ville de Paris. Et, cependant, si les compteurs triomphent des coups qu'une nouvelle école voudrait leur porter, c'est aux types « de vitesse », aux types Doat, simples, robustes et de marche parfaite qu'ils le devront. »

Nous conseillons à nos lecteurs un examen détaillé de cet appareil, afin que, par simple comparaison, ils puissent se former une opinion sur d'autres constructions du même genre.

Les constructeurs du compteur « Doat », qui sont eux-mêmes « marchands d'eau » pour un nombre cumulé d'environ un million d'abonnés dans leurs différentes exploitations en France et à l'étranger, ont eu certainement l'occasion d'étudier comment, pour un minimum de frais avec un maximum de garantie, on assure la recette entière de toute l'eau débitée sans trop tracasser les abonnés. Aussi, le modèle « Doat » se distingue-t-il par une sensibilité remarquable aux petits débits. Les constructeurs sont arrivés à ce résultat, que l'on a été d'accord de trouver surpre-

nant, sans affaiblir les organes de l'appareil. Toutes les pièces

Fig. 13 *a*.

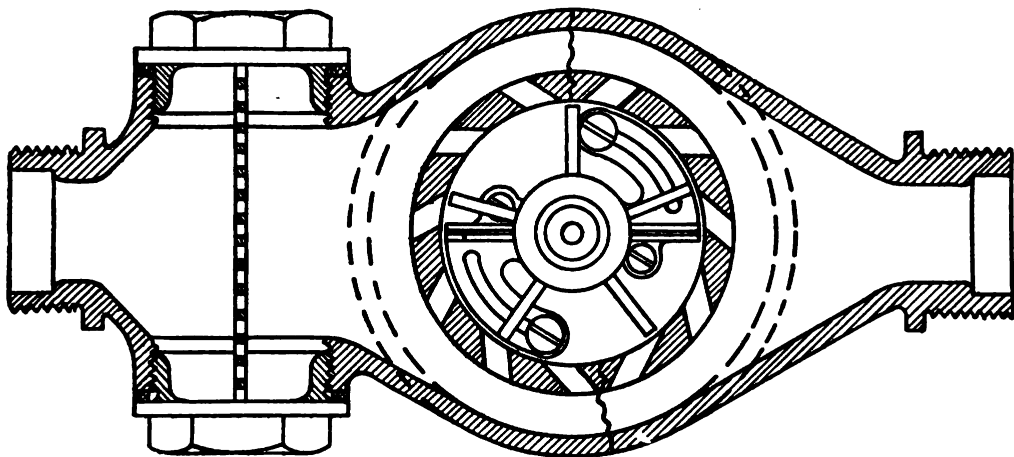


Fig. 13 *a* et *b*. — Compteur « Doat », à cadran noyé insalissable.

sont robustes, et le but a été atteint uniquement par une construc-

tion très méthodique, des matières premières bien choisies et par le fini extraordinaire du travail. Les constructeurs ont résumé leurs longues expériences avec résultats tantôt positifs,

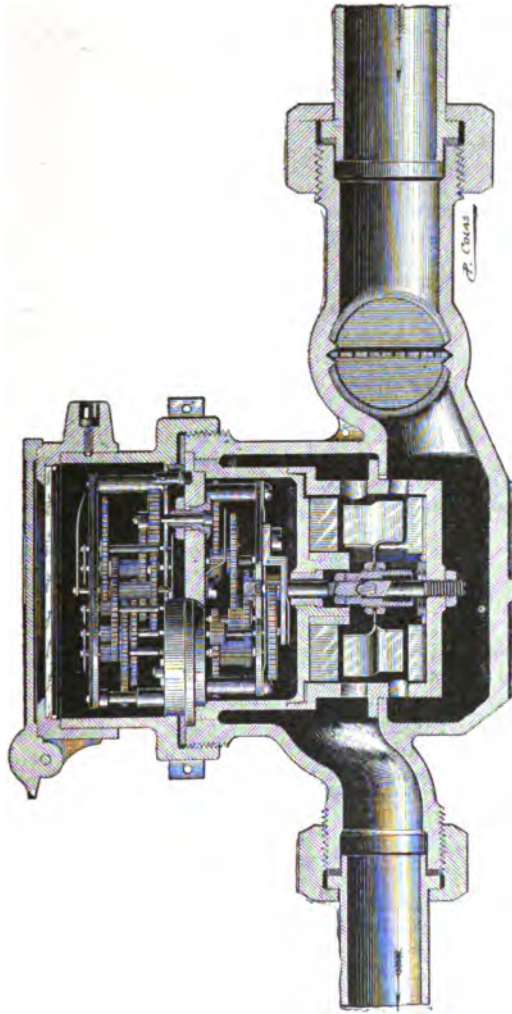


Fig. 14. — Compteur « Doat », à cadran sec.

tantôt négatifs, dans le tableau que nous reproduisons ci-après. Pour plusieurs détails de construction, cette comparaison trouvera son application dans d'autres systèmes et notamment au sujet de la crépine, qui mérite toute notre attention, ainsi qu'au sujet de l'assise des pivots dans les plateaux du train.

Tableau comparatif entre une bonne et une mauvaise construction.

INCONVÉNIENTS D'UNE MAUVAISE DISPOSITION	AVANTAGES D'UNE BONNE DISPOSITION
Le compteur n'enregistre que l'eau qui entre dans le branchement.	C'est un compteur de va-et-vient, c'est-à-dire il marque en avant et en arrière.
Arrivée de l'eau par un seul orifice *a* (fig. 16) causant ainsi sur l'arbre une poussée latérale qui a pour effet une usure irrégulière de l'arbre et des coussinets et une diminution, par suite des frottements qui en résultent, de la sensibilité de l'appareil.	Arrivée de l'eau par plusieurs orifices *i* disséminés sur tout le pourtour (fig. 18). La pression est également répartie sur toute la surface du mobile, et l'arbre est maintenu à l'état d'équilibre.
L'interposition de l'orifice *a* (fig. 16) produit un étranglement considérable, juste au moment où l'on va passer à des sections plus larges.	Toutes les palettes reçoivent le jet d'eau au même moment, grâce à la répartition des orifices *iii* (fig. 18).
Le sens *f* du courant d'eau est dirigé du haut en bas (fig. 15), créant ainsi une pression supplémentaire sur le pivot : augmentation du frottement, diminution de la sensibilité.	Le sens *f* du courant d'eau est dirigé de bas en haut (fig. 17) soulageant le pivot en agissant sur les ailettes *l* (fig. 17) qu'il soulève grâce à leur forme bicoudée (fig. 19). Si on construit la roue en celluloïd avec arbre creux, son poids spécifique peut devenir égal à celui de l'eau. Alors la roue nage dans le liquide sans frottement sur le pivot (fig. 20).
Crapaudine *h* fixe (fig. 15) ne permettant pas de racheter le jeu dû à l'usure.	Pivot mobile (fig. 17) permettant de racheter le jet dû à l'usure.
Ensablement possible de la crapaudine (fig. 15) pouvant caler l'appareil ou tout au moins provoquer une usure rapide du pivot et une augmentation du frottement diminuant la sensibilité de l'appareil.	Crapaudine en forme de cloche (fig. 17) évitant l'ensablement et protégeant le pivot.
Pivot en bronze *c* (fig. 15) offrant peu de résistance à l'usure.	Pivot en pierre dure (fig. 17) d'une très longue durée.
Le guidage de l'arbre est produit par le trou *p* (fig. 15) percé dans la cloison supérieure sans interposition de coussinet. En cas d'usure, une réparation serait coûteuse et difficile.	L'arbre tourne dans un coussinet *a* (fig. 17) facilement démontable, permettant ainsi une réparation soignée et économique.
Roue à ailettes *g* invariablement fixée à son arbre *e* (fig. 15). En cas d'usure, la roue à ailettes, n'occupant plus la même position par rapport à l'axe des orifices d'entrée, ne peut être ramenée à sa position initiale.	L'arbre est composé de deux pièces *m* et *r* (fig. 17) assemblées de façon à permettre d'en faire varier la longueur. La roue à ailettes est elle-même mobile sur l'arbre et peut être remise en cas d'usure à son niveau primitif par rapport aux orifices d'entrée sans quoi le compteur est déréglé.
La section offerte au passage de l'eau	La section libre de la crépine *n* (fig. 18

par la crépine *b* (fig. 16) est inférieure à celle du tuyau d'amenée, d'où augmentation de la perte de charge.	est supérieure à celle du tuyau d'amenée. Les 2/3 des trous étant bouchés par les dépôts, il resterait quand même un débit suffisant.
Les canaux conduisant l'eau autour du cylindre intérieur (fig. 15) ont une section insuffisante et leurs parois intérieures sont brutes : augmentation du frottement et accroissement inutile de la perte de charge.	Les canaux autour et au-dessous du cylindre intérieur (fig. 17 et 18) sont à section très large pour éviter toute contraction de passage. Les parois en sont soigneusement lissées pour diminuer le frottement et pour réduire la perte de charge à son minimum.
Espace insuffisant pour le dépôt des matières étrangères arrêtées par la crépine *b* (fig. 16).	Espace large pour le dépôt des matières étrangères et permettant de n'opérer le nettoyage de la crépine qu'à des intervalles assez longs.
Nettoyage difficile de la crépine (fig. 15 et 16). On ne peut nettoyer et retirer la crépine sans démonter le compteur. Difficulté d'enlever les dépôts autour de la crépine verticale (fig. 15).	Nettoyage facile sans démonter le compteur. Il suffit en effet de dévisser les deux bouchons latéraux *y* (fig. 18) pour retirer la crépine et les matières en dépôt.
Matériaux souvent rongés par l'influence chimique de l'eau.	Matériaux non susceptibles d'être attaqués par l'eau : nickel, bronze coulé, agate, etc...
Le réglage est opéré en alésant progressivement la busette d'entrée *a* (fig. 16). Lorsque, après une réparation ou un nettoyage, le compteur demande un nouveau réglage, il faut munir le compteur d'une nouvelle busette appropriée à l'état modifié du compteur, ce qui ne peut être fait que par un spécialiste.	Le réglage se fait au moyen de chicanes fixes S, et mobiles S 2 (fig. 17). En modifiant leurs positions, on obtient instantanément le réglage voulu après réparation ou nettoyage.
L'eau arrive sur la roue à ailettes et la quitte tangentiellement (fig. 16). Le robinet étant fermé brusquement à l'aval, l'eau continue son mouvement de rotation à l'intérieur du corps cylindrique, entraînant la roue à ailettes, qui marque ainsi, après chaque fermeture, une certaine quantité d'eau non débitée. Le compteur a une tendance à avancer.	L'eau quitte la roue en mouvement rectiligne (fig. 17). Ce mouvement s'arrête donc au moment où le robinet d'aval est fermé. Lors même que grâce à son inertie, l'eau voudrait continuer son mouvement de rotation, elle serait immédiatement arrêtée par les chicanes *s*.
Dans le train, les pivots marchent dans des trous du plateau. Ce dernier subit le frottement des engrenages qui reposent là-dessus (fig. 21).	Dans le train, les pivots des arbres s'appuient par leur pointe sur un ressort métallique rapporté contre le plateau. Réduction de frottement et de l'usure (fig. 22).

On doit en convenir : du compteur Siemens anglais au compteur Doat, il y a un progrès bien marqué.

Le mode d'ajustement du pivot de l'organe moteur est à citer particulièrement. Sa sensibilité dépendant d'un minimum des frottements, et ceux-ci étant déjà presque supprimés par la dimi-

nution de la pesanteur, elle a encore été atteinte de plus près par la construction d'un pivot dont le roulement se fait sur agate comme dans les horlogeries de précision.

Il fallait encore soustraire le point de pivotement à l'introduction de corps étrangers, l'auteur y est parvenu d'une manière complète en renversant la crapaudine.

L'arbre marche dans des coussinets, rapportés en agate, évitant ainsi le creusement irréparable de même que l'adhérence qui se produit souvent par un frottement de métal sur métal.

Les mouvements de la roue à ailettes, et avec elles les aiguilles sont réversibles, d'où il suit que si, comme cela arrive parfois, l'eau vient à rétrograder dans la conduite, le compteur démarque la quantité d'eau qui repasse ainsi, au lieu de rester immobile ou même (c'est le cas pour certains systèmes de compteurs) d'enregistrer de nouveau cette quantité d'eau comme consommée par l'abonné. Un clapet de retenue en amont du compteur devient inutile par l'emploi du compteur ayant une marche de va-et-vient.

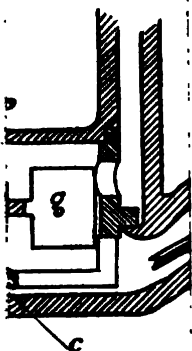
Nous reviendrons avec plus de détails sur cette question dans un chapitre spécial.

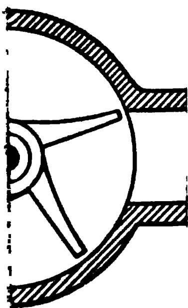
Enfin, nous avons pu nous rendre compte nous-mêmes, que sous des pertes de charge égales et pour des appareils de même diamètre, les débits du compteur Doat sont très supérieurs à ceux qu'on trouve ordinairement dans le commerce. Et, nous le répétons, un grand débit est ce qui garantit le mieux un minimum d'usure.

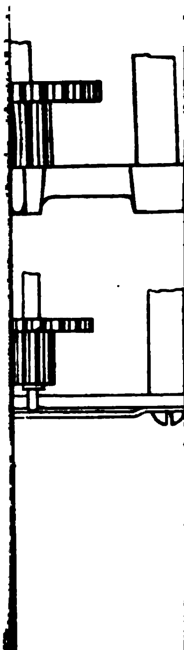
Compteur à boule. — Avant de quitter les compteurs de vitesse, nous allons décrire un nouveau type breveté qui, s'il tient ce qu'on en attend, aura certainement les avantages d'une grande simplicité. C'est le *compteur à boule* (brevet Scotti et Goll).

Une boule B (fig. 23) roule librement dans une rainure A du corps métallique C. Les canaux d'entrée et de sortie D et E sont tangentiels et superposés l'un à l'autre.

La boule A parcourt la rainure avec la vitesse de l'eau qui entre par D et sort par E. Le nombre des parcours de la boule étant proportionnel à l'eau débitée, on peut mesurer cette dernière par l'enregistrement du premier.


c





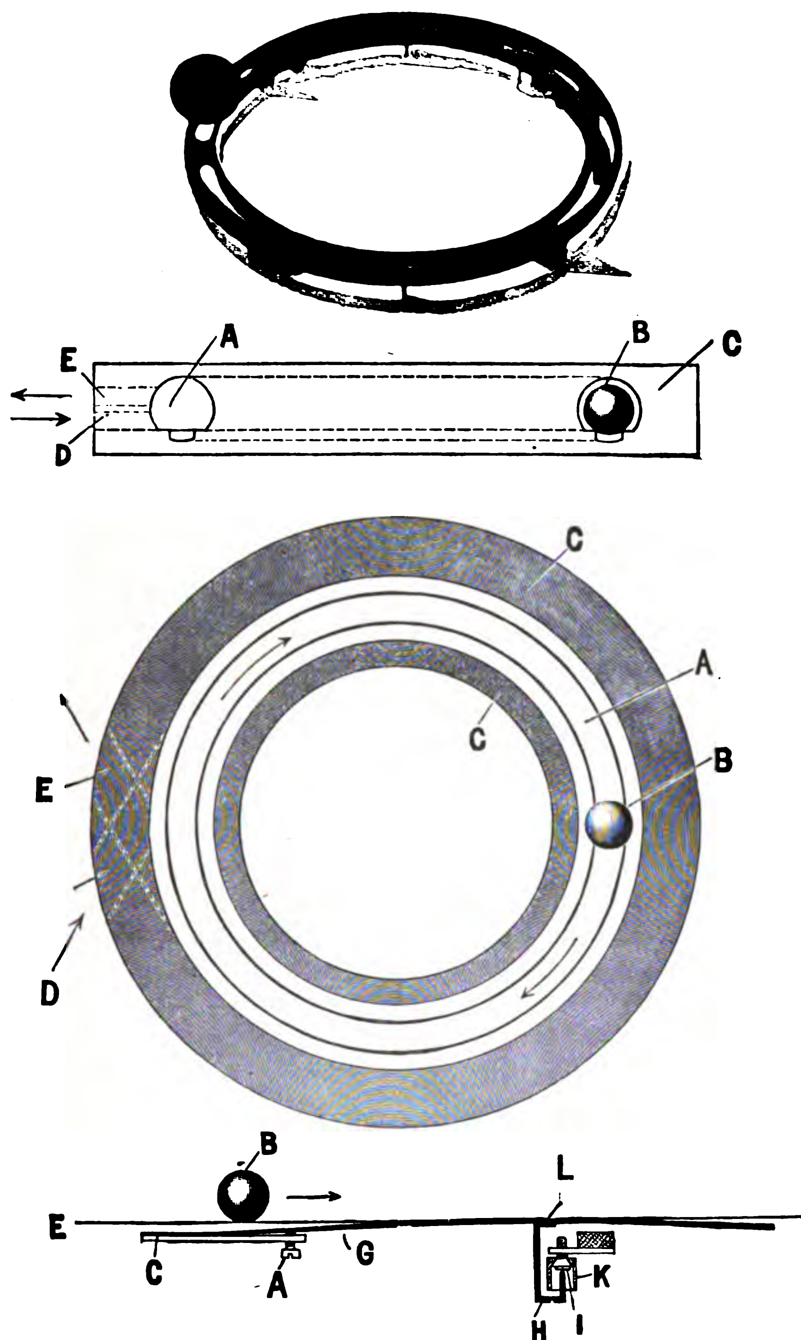


Fig. 23. — Compteur à boule (Brevet Scotti et Goll).

Une fois dans son chemin circulaire, savoir au point L, la boule interrompt un courant électrique, ce qui se traduit par l'enregistrement d'un parcours fait.

L'appareil étant en repos, la boule occupe la place L, ce qui est assuré par une légère inclinaison de l'appareil.

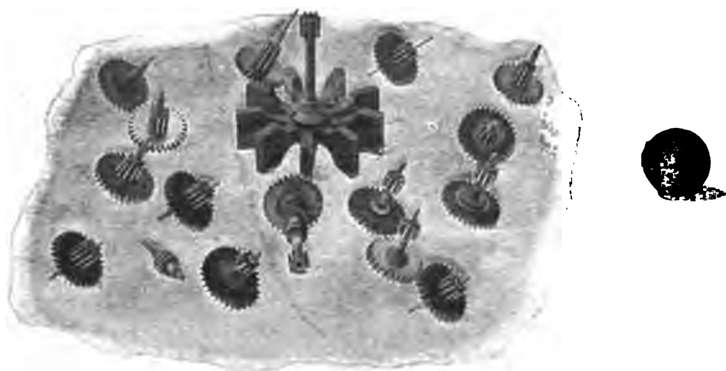


Fig. 24.

La figure 24 montre à gauche les pièces mobiles travaillant noyées sous l'eau dans un compteur de vitesse, et à droite la pièce correspondante (une seule : la boule) dans le compteur Scotti et Goll.

Cette construction est certainement archi-simple, et lorsque l'appareil sera sorti de la période d'études, la pratique aura à se prononcer sur sa valeur et notamment sur la question de savoir si les gros compteurs basés sur ce principe pourront satisfaire à toutes les exigences.

CHAPITRE VII

MESURAGE DE TRÈS GROS DÉBITS

GROS COMPTEURS. COMPTEURS COMBINÉS

Les occasions d'emploi de gros compteurs sont multiples. Nous allons exposer les quatre principales :

1° Toute Administration de Distribution d'eau publie dans son rapport annuel le débit total d'eau de l'exercice. Pour établir ce chiffre, on se borne dans beaucoup de cas à multiplier le nombre de tours total des pompes à vapeur par le débit d'eau théorique d'un tour. Or, comme ce procédé sommaire supprime le contrôle comparatif entre ledit débit théorique et celui que les pompes, par suite de leur état d'entretien plus ou moins soigné, fournissent effectivement, il doit y avoir bien des cas où la consommation effective de charbon par mètre cube d'eau fournie dans les réservoirs est infiniment supérieure à celle qui résulterait du procédé que nous venons de décrire. C'est ce que cet ingénieur américain a voulu dire par les mots : « les conduites d'eau sont des conduites de houille blanche. » Lorsqu'on procède à la réception officielle d'une pompe à vapeur neuve, on calcule au centième de kilo près le charbon consommé, et on accorde au constructeur des primes relativement importantes pour des économies minimes résultant des essais de réception.

Pendant l'exploitation, on ne saurait songer à répéter à des intervalles réguliers de pareils essais scientifiques. Mais si pour le prix de quelques milliers de francs, on pouvait se procurer un appareil de contrôle journalier et automatique, les intérêts annuels du capital ainsi dépensé pourraient être regagnés bien des fois sous la forme de combustible économisé.

Or, ce contrôle est facile à réaliser par un compteur avec enregistreur automatique posé sur la conduite maîtresse.

2° Toute la quantité d'eau fournie par la conduite maîtresse est-elle employée utilement? A l'aide de compteurs d'abonnés, dûment entretenus, on peut s'assurer que, de ce côté, il n'y a aucune perte notable. Les services publics encore permettent-ils le contrôle assez précis, les bouches d'arrosage, les poteaux d'arrosage portatifs étant munis de compteurs, les débits des égoûts, urinoirs, etc., étant jaugés. Mais il en est autrement pour les fuites souterraines dans les réseaux de tuyaux, dont tout praticien connaît bien l'importance, et c'est là qu'une distribution d'eau devrait disposer d'un certain nombre de ce que les Anglais appellent « District-Watermeters » ou « Waste-Watermeters ». A l'aide de ces appareils, les villes de Liverpool et de Glasgow ont diminué de la moitié leur dépense d'eau.

Aux Lambeth Waterworks de Londres, la quantité par tête et par jour a été réduite de 213,6 litres à 49,5 litres, ce qui veut dire que dans un vieux réseau de tuyaux, les fuites s'étaient multipliées d'année en année sans être découvertes ni réparées, et qu'ainsi les 3/4 du débit d'eau avaient été perdus. On s'imaginera sans difficulté l'influence de ces pertes sur le combustible, les sections des conduites et les frais généraux.

3° L'effet d'épuration bactériologique d'un filtre à sable dépend directement de la vitesse de filtration. Le contrôle de cette dernière est facile à obtenir sous forme d'un diagramme fourni par un compteur intercalé sur la conduite de départ de l'eau filtrée.

4° Il y a les gros abonnés, notamment les industriels, dans l'intérêt desquels une étude des gros compteurs s'impose.

Les gros compteurs sont d'un prix relativement plus élevé que les compteurs de maisons particulières. Qu'on défalque du poids total d'un compteur de 100 millimètres du système Kennedy, par exemple, le poids du corps, qui en somme n'est qu'un produit de grosse fonderie, il restera alors le poids du mécanisme qui fait le prix de l'appareil. Certainement, calculé au kilogramme, ce ne sera pas bon marché. Et cela se comprend parfaitement, puisque ces gros appareils, étant d'un usage rare, ne peuvent se fabriquer

par séries. Plus encore que les compteurs de maisons particulières, ces gros appareils devraient être à section très large, c'est-à-dire à petite vitesse ou à gros débit sous faible perte de charge, car on s'imagine aisément le coût de réparations de ces gros appareils.

Nous n'avons pas encore rencontré des compteurs à disque ayant un diamètre supérieur à 150 millimètres. Serait-ce parce que le danger de la destruction par les coups de bélier augmente avec le diamètre du disque?

Deux constructions de compteurs de vitesse réunissent les avantages d'un minimum d'entretien et d'un montage dans l'axe horizontal des conduites. Ce sont le compteur Venturi et le compteur Hélice. Le compteur Venturi a été décrit dans le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 21, p. 337. Il repose sur le principe hydraulique que, dans un ajutage divergent, la pression sur les parois s'accroît en même temps que la vitesse du liquide diminue, tandis que, dans un ajutage convergent, la pression diminue et la vitesse augmente.

La figure 25 représente, en coupe longitudinale, le principe du compteur Venturi et la figure 26 le dispositif de mesure de la dépression dans une conduite d'eau.

Divers expérimentateurs ont vérifié que, si l'on appelle h la différence entre le niveau piézométrique au col du tube, et la moyenne des niveaux dans les parties à section normale, de part et d'autre de l'étranglement, la vitesse du courant se mesure par la formule simple : $v = c\sqrt{h}$ où le coefficient c ne dépend que du profil et des dimensions de l'étranglement.

La première condition pour l'emploi du compteur Venturi est l'existence d'une assez forte pression dans la conduite. Si le rapport entre les vitesses maxima et minima dans la même conduite ne dépasse pas 14 : 1, le compteur peut livrer un enregistrement exact dans des conditions normales.

Les corps étrangers peuvent traverser la gorge sans détériorer aucun organe. Mais les impuretés charriées dans l'eau peuvent nuire d'une autre façon à l'exactitude de l'enregistrement : le fonctionnement de l'appareil suppose l'état d'ouverture constant des trous piézométriques, et dès qu'il s'y formera une obstruction

ou un dépôt, l'enregistrement subira un dérangement jusqu'au moment où une circulation plus vive de l'eau aura enlevé ledit

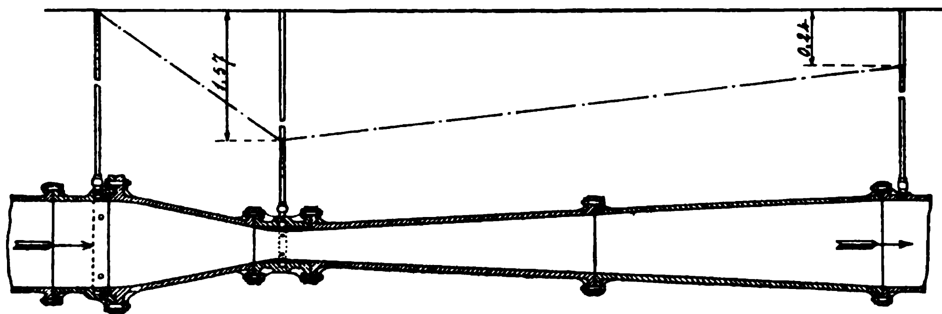


Fig. 25.

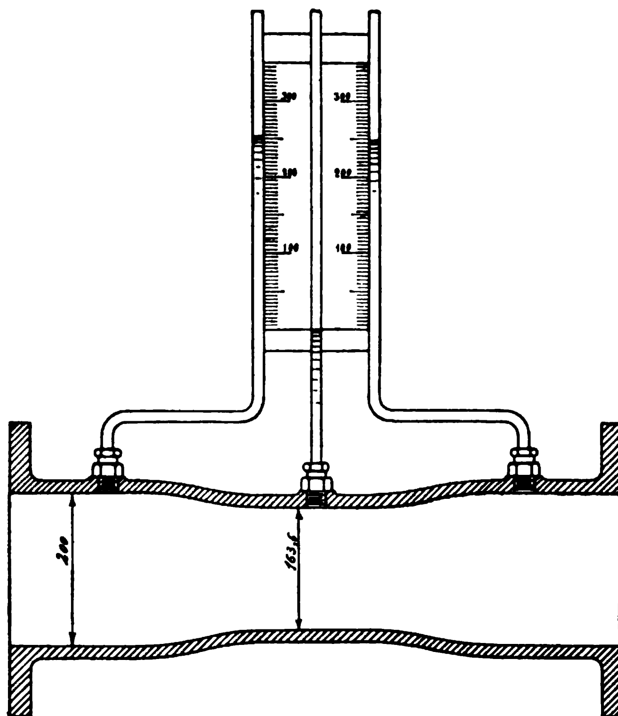


Fig. 26. — Compteur Venturi.

dépôt. Ces accidents ne se prêtent naturellement à aucun contrôle extérieur.

A l'endroit de l'étranglement, la section est habituellement le

1/9 de celle de la conduite. Il en résulte une perte de charge assez notable, qui met une limite au débit de ces compteurs.

Le compteur est construit en fonte. On préférerait l'emploi du bronze pour éviter le dérangement du mouvement de l'eau par suite de la formation de rouille ou de champignons. La différence de prix entre les deux matières premières ne peut jouer qu'un très petit rôle dans la construction d'un appareil de cette importance.

Voici les débits maxima et minima des compteurs Venturi construits par la maison George Kent, High Holborne, Londres.

DIAMÈTRE DE LA CONDUITE		DÉBIT PAR HEURE EN MÈTRES CUBES	
Pouces anglais.	Millimètres.	Minimum.	Maximum.
4	102	2,4	34,1
5	127	4,0	55,5
6	152	5,7	79,3
7	178	8,9	119,2
8	203	9,6	136,3
9	229	13,6	190,4
10	254	15,9	222,0
12	305	22,7	317,4
14	356	34,1	477,0
15	381	36,3	508,8
16	406	38,6	545,2
18	457	54,5	763,2
20	508	70,4	985,9
24	610	90,8	1272,0
27	686	118,1	1653,7
30	762	154,4	2067,1
33	838	177,2	2480,5
36	914	204,4	2862,1
40	1 016	261,2	3657,1
48	1 219	408,9	5724,2

Le compteur Hélice (fig. 27) dont l'inventeur est M. Thiem, l'ingénieur hydrologue bien connu, et qui a été perfectionné par Rother, ancien directeur des Eaux de la Ville de Leipzig, consiste en un corps cylindrique tout en bronze, du diamètre de la conduite, donc sans *étranglement*. Dans ce corps, se meut sur son axe horizontal une roue hélicoïdale, et comme le constructeur a pu réussir à éliminer complètement l'influence de la durée de la marche, le nombre de tours est directement proportionnel à la

quantité d'eau débitée. Entre le périmètre de cette roue et la paroi intérieure du tuyau, il reste un espace annulaire libre et suffisamment grand, pour que quelques corps étrangers et jusqu'à de petits poissons puissent passer sans inconvénient. La roue est fabriquée en celluloïd; les ailettes sont attachées à un arbre creux, de sorte

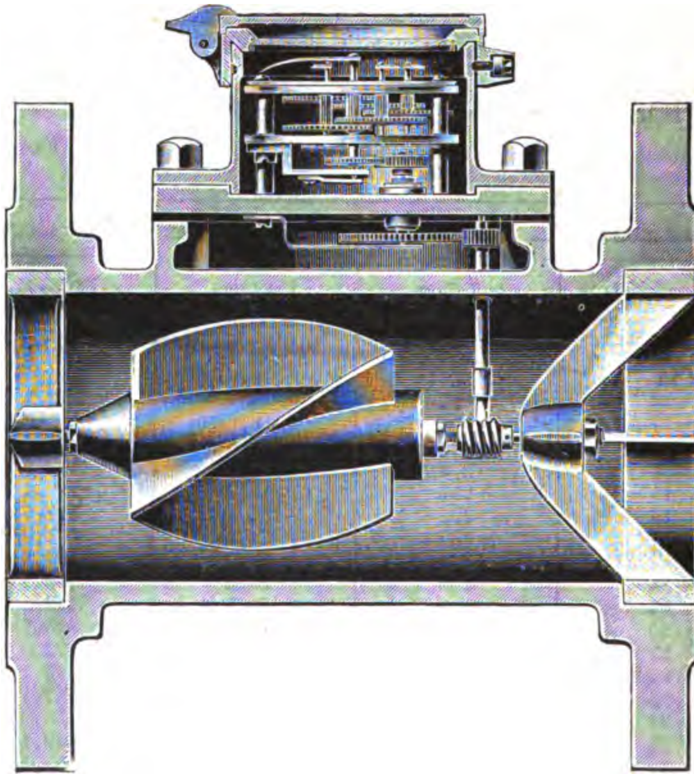


Fig. 27. — Compteur Hélice.

que le tout a le poids spécifique de l'eau. Ceci explique la presque suppression du frottement des pivots et l'impossibilité de constater, même par des vitesses d'eau de plus de 1 mètre et demi, la moindre perte de charge pendant la marche. Il en résulte que cet appareil est un compteur de grand débit par excellence, et que dans beaucoup de cas, pour réduire la dépense, il sera possible d'intercaler dans la conduite, à l'aide de pièces de réduction, un compteur d'un diamètre inférieur à celui du tuyau.

Voici les débits minima et maxima des compteurs Hélice,

fabriqués par la Compagnie Générale des Conduites d'eau, 12, rue Calmels, à Paris.

DIAMÈTRE du compteur. millimètres.	DÉBIT PAR HEURE EN MÈTRES CUBES			
	Le mouvement commence à	Le débit est enregistré avec une tolérance de 3 p. 100 en plus ou en moins.	Maximum admissible en service.	Débit sous 10 m. de perte de charge.
70	0,75	2,2	60	200
100	0,95	2,7	150	500
150	2,20	6,3	300	1 200
200	2,97	9,0	500	2 000
300	9,00	36,0	1 000	4 500
500	18,00	72,0	3 000	12 500

Le fonctionnement de ce compteur n'exige aucune pression d'eau. L'absence pour ainsi dire de toute perte de charge percep-

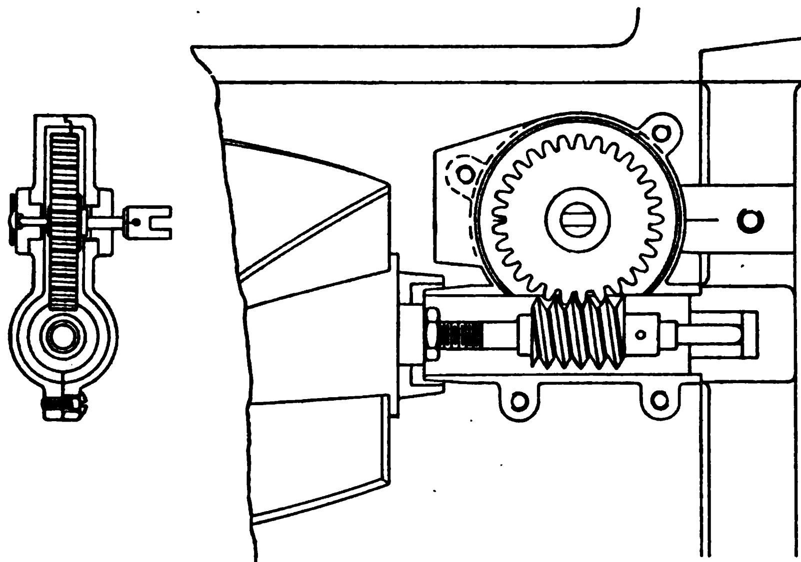


Fig. 28. — Détail du compteur Hélice.

tique permet de l'employer dans les conduites de *siphon pneumatique* réunissant des puits de captation à un puits collecteur.

On peut s'en servir avantageusement pour *jauger des puits abyssiniens*.

En Russie, on l'emploie même au jaugeage de forages de

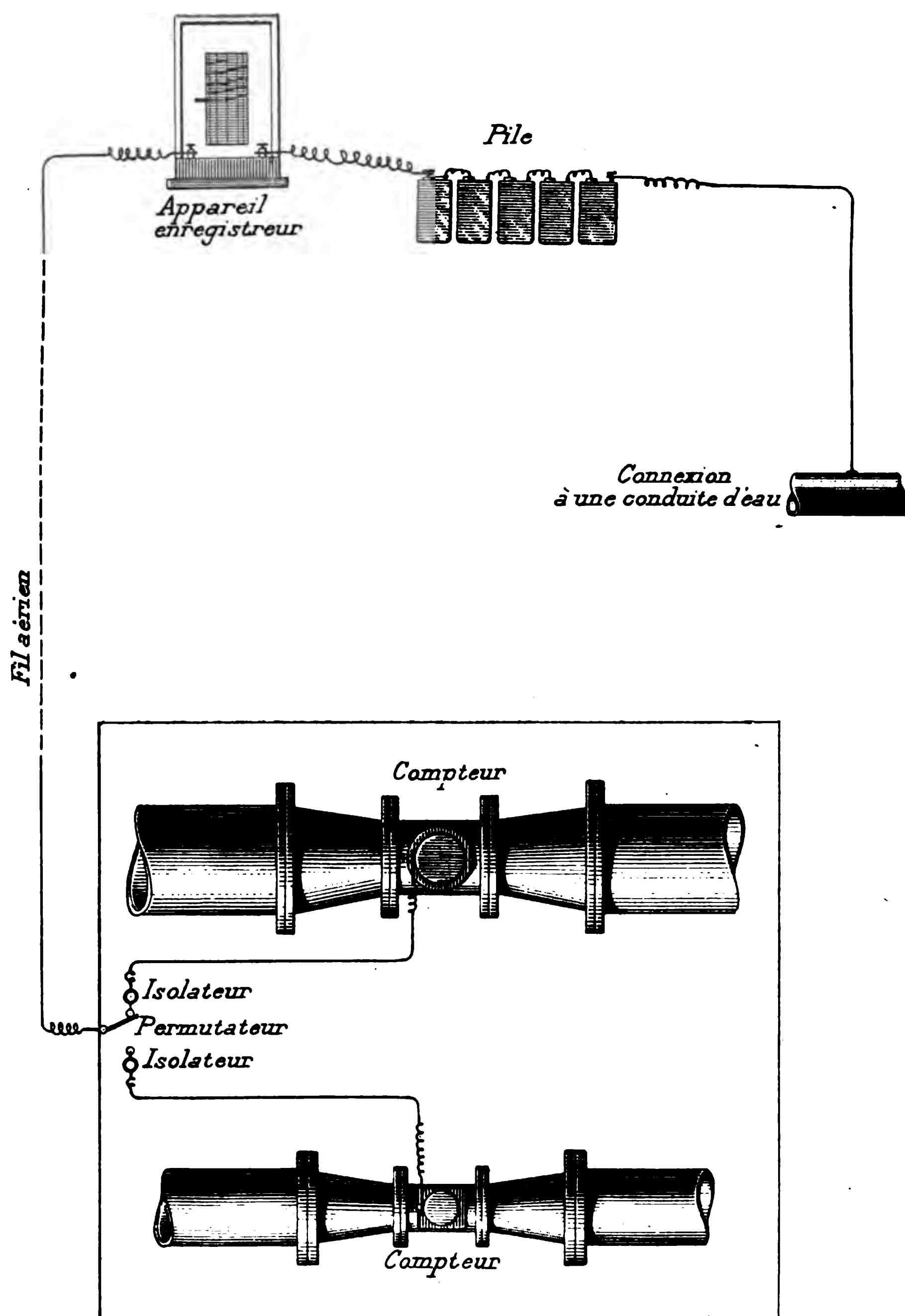


Fig. 29. — Application de deux compteurs Hélice accouplés à Ostende.

naphte. Par contre, il ne se prête pas aux eaux thermales, à moins que pour ces cas l'organe moteur soit fait d'une matière première autre que le celluloïd, qui se détériore dans un liquide chaud.

Comme détail de construction, nous devons signaler encore l'enveloppe métallique autour de la vis sans fin avec son engrenage (fig. 28). Cette protection est aussi indispensable qu'elle est simple et peu coûteuse; elle écarte le danger que des impuretés, grains de sable, etc., viennent produire un calage ou précipiter l'usure de l'appareil.

Le mouvement de l'organe moteur est transmis par une vis sans fin et une minuterie aux aiguilles d'un cadran, ainsi que cela existe dans la plupart des autres compteurs. On se retrouve ici sur le terrain sanctionné par la pratique. Le Venturi ainsi que l'Hélice permettent la *transmission à distance par l'électricité de diagrammes de la consommation journalière*. Des études sont en cours pour obtenir de semblables diagrammes, sans électricité, par une transmission purement mécanique, ainsi que cela se fait au Waste Watermeter Deacon.

Les deux systèmes permettent également l'*accouplement d'un grand et d'un petit appareil pour les conduites à débit très variable*. La figure 27 montre l'application faite par la Ville d'Ostende. Ces compteurs peuvent s'approprier encore aisément à la recherche des fuites souterraines par districts ou quartiers municipaux ainsi qu'au contrôle des filtres à sable.

Un autre compteur destiné spécialement à la recherche de fuites souterraines est le *Waste Watermeter construit par M. Deacon*, ingénieur à Liverpool, et qui est représenté par la figure 30.

Ayant déjà eu l'occasion de parler du succès de cet appareil dans les villes de Liverpool, Glasgow et Londres, nous pensons pouvoir nous borner à en donner une description succincte.

Dans un cylindre vertical conique et s'élargissant vers le bas se meut un piston obturateur soulevé par un contrepoids. Les fuites d'eau en aval amènent une baisse de pression en dessous du piston, de sorte qu'il descend sous l'influence du courant d'eau surmontant la résistance du contrepoids. Chaque position du piston étant marquée par une plume sur un tambour tour-

nant, il en résulte un diagramme indiquant directement la consommation pour chaque heure de jour et de la nuit, et l'addition de ces débits horaires donne le débit total du district respectif

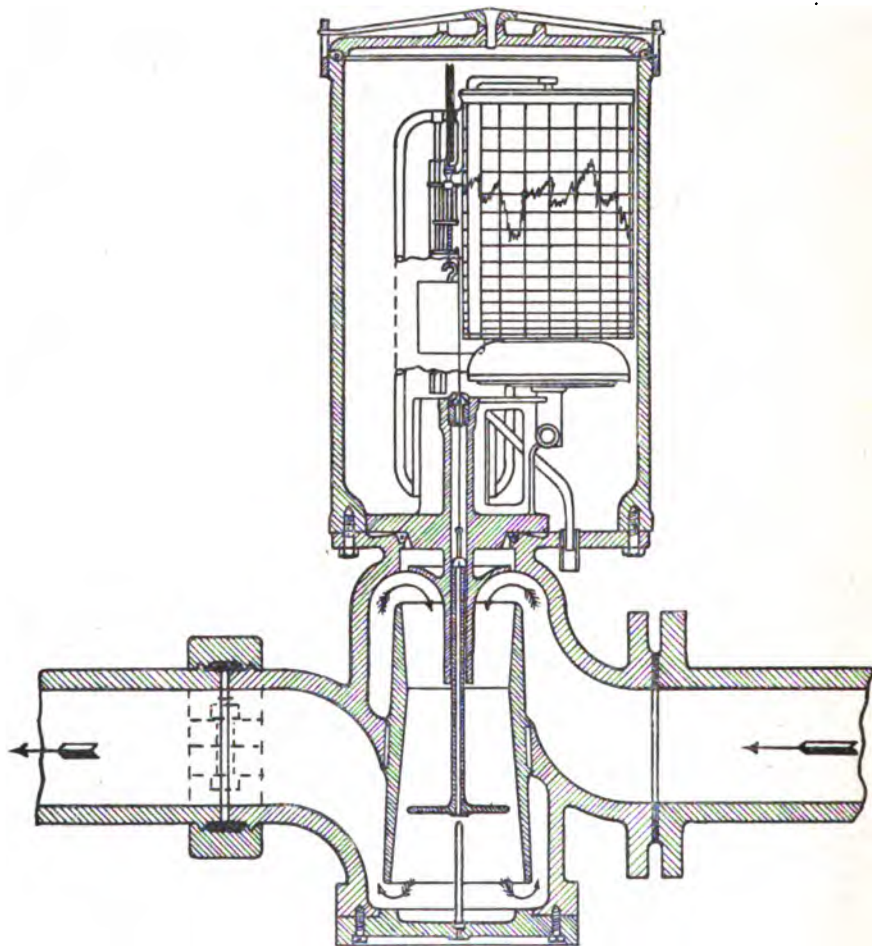


Fig. 30. — Compteur Deacon.

par vingt-quatre heures. S'il y a des fuites, une ligne horizontale marquera le débit constant pendant les heures de la nuit, interrompu de temps à autre par l'ouverture de quelque robinet de service.

Cette ligne horizontale sera caractéristique pour la quantité d'eau perdue.

La construction du compteur Deacon est robuste, simple et pratique. Comme tous les compteurs de grand calibre, il n'est pas bon marché. Mais en premier lieu, nous poserons toujours la question de savoir si les résultats obtenus peuvent justifier la dépense faite, et nous croyons qu'en général on a bien tort de faire si peu de cas des fuites souterraines dans un réseau de conduites.

Le régulateur de vitesse pour les filtres à sable, construit par M. H. Peter, directeur des eaux de Zurich, est un compteur à grand débit et à basse pression (voir fig. 31).

L'ingéniosité de cet appareil nous oblige à en donner une description sommaire, mais qui suffira à faire comprendre son fonctionnement.

Un filtre à sable peut avoir un rendement variable suivant que l'eau est plus ou moins claire ou plus ou moins chargée, que la couche biologique qui constitue le filtre bactériologique proprement dit s'est formée plus ou moins complètement.

Il est utile de pouvoir mesurer le débit d'un filtre afin de connaître le moment où, ce débit étant devenu trop faible, la couche glaireuse qui s'est déposée à la surface doit être enlevée.

La régularisation du débit est également d'une grand utilité soit pour régler la vitesse de l'eau à travers les couches filtrantes, soit pour suivre les variations de débit d'une consommation.

La charge de filtration h (fig. 31) est variable, elle augmente, lorsque le filtre devient paresseux. Il faut donc que le déversement, pour que le débit soit constant, puisse suivre les oscillations du niveau de l'eau filtrée.

Voici comment M. Peter y est arrivé : Un flotteur AA monte et descend librement avec le niveau de l'eau filtrée, dans la chambre spéciale. La course est d'environ 1 mètre, quantité représentant la hauteur de filtration ordinairement admise. Au flotteur est attaché un tuyau télescopique ayant plusieurs lumières verticales, par lesquelles l'eau filtrée est amenée au réservoir.

En tournant l'arbre, l'on peut changer la position du tuyau télescopique par rapport au flotteur et par conséquent la hauteur de l'eau au-dessus du bord inférieur des ouvertures verticales.

Si on appelle cette hauteur H, la largeur de chaque ouverture

b, et le nombre des ouvertures n, on trouve pour le débit de l'eau filtrée :

$$Q = \sum_{0}^{n} \frac{2}{3} \alpha \, bH\sqrt{2gH} \, .$$

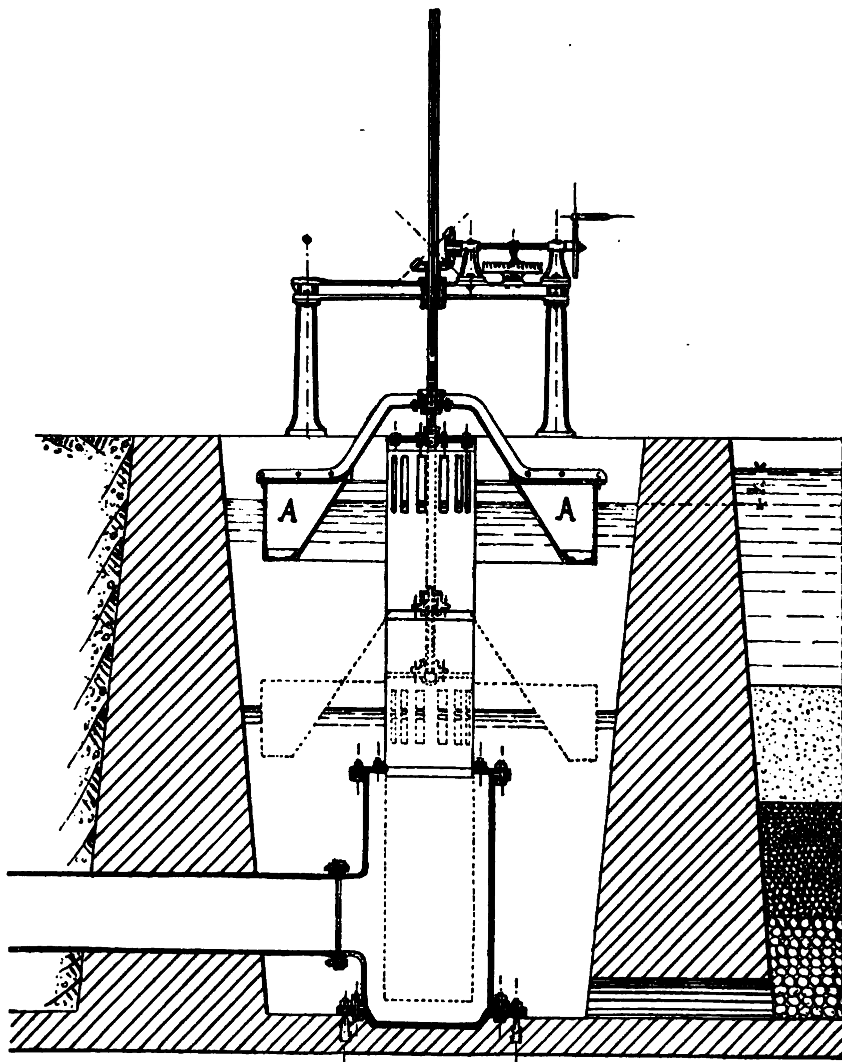


Fig. 31. — Régulateur de filtre à sable. Système Peter.

Les expériences ont permis de constater que α était sensiblement égal à 0, 63.

On peut installer une aiguille qui indique, sur une réglette

portant des indications spéciales, soit la hauteur H, soit la vitesse de filtration.

Cet appareil est appelé certainement à figurer dans les installations de filtre à sable. Il est appliqué depuis cinq ans aux filtres des eaux de Vienne situés près du barrage de Tullnerbach.

Compteurs combinés. — Nous venons de mentionner la combinaison de deux compteurs (Venturi et Hélice) un grand et un petit, pour des conduites maîtresses à débits très variables. Dans ce cas, le petit compteur se pose dans un by-pass, et un jeu de vannes fait passer le débit du jour entièrement par le gros compteur, et le débit de nuit entièrement dans le petit.

La *combinaison* peut s'appliquer également à tout autre système de compteur, lorsqu'on ne croit pas devoir s'arrêter à la limite d'exactitude d'un compteur ayant le calibre de la conduite principale.

Prenons comme exemple une grande industrie recevant son eau par un branchement de 150 millimètres pour alimenter les usines, le service d'incendie, etc., etc. Un bon compteur de vitesse de ce diamètre coûtera infiniment moins cher comme achat et comme entretien qu'un compteur volumétrique du même débit, mais il n'enregistrera avec régularité et exactitude qu'à partir du débit de 3 mètres cubes à l'heure. Il s'ensuit logiquement que les débits inférieurs à 3 mètres cubes, doivent être dirigés au travers d'un petit compteur posé latéralement dans un by-pass et qui, s'il est volumétrique et neuf, ou très bien entretenu, garantit au besoin l'enregistrement rigoureux de la goutte, pourvu que l'obturation du gros compteur fasse toujours son devoir. Nous avons posé ainsi le problème à résoudre, c'est *la boîte de distribution* qu'il fallait inventer. Nécessairement, l'étude a dû se poursuivre surtout dans les pays qui, employant principalement les compteurs de vitesse, avaient éprouvé l'excès d'inertie des gros appareils, inertie incompatible avec les besoins indispensables du contrôle. Nous allons suivre sommairement les tâtonnements des constructeurs pour aboutir finalement à la solution pratique du problème.

Dans la boîte de distribution (fig. 32) se trouve une soupape chargée qui n'ouvre l'entrée du gros compteur M que sous l'in-

fluence de la force vive d'un gros débit. Les faibles débits passent par le petit compteur W. Le débit total se lit en additionnant les enregistrements des deux compteurs W et M. Nous allons expliquer le fonctionnement de cette combinaison de deux compteurs de vitesse à l'aide d'une série de 5 essais réunis dans le tableau suivant, qui démontre la répartition des débits sur les deux appareils. Les débits d'essai ont varié depuis 100 jusqu'à 20 000 litres à l'heure. Le gros compteur est du calibre de 100 millimètres. Il

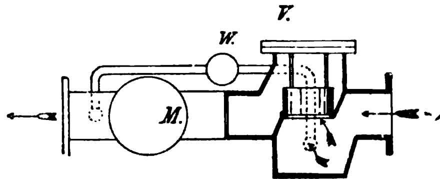


Fig. 32.

fonctionne parfaitement à partir de 1 000 litres par heure (essai I). Ce serait donc le rôle du petit compteur d'entrer en fonctions pour les débits inférieurs.

Examinons l'essai II. Le débit de 4 000 litres a été réparti de sorte que le gros compteur enregistrait 45 p. 100 et le petit 52 p. 100. Donc, perte de 3 p. 100, alors qu'à l'essai I le gros compteur était exact au débit de 2 000 litres et retardait légèrement à celui de 1 000 litres. A 3 000 et 2 000 litres, le résultat total est mauvais avec un retard qui va jusqu'à 18 p. 100 ; mais quand le petit compteur est laissé seul pour enregistrer, il ne paraît pas gagner non plus par cette combinaison, car déjà, au débit de 200 litres, il retarde de 35 p. 100.

On sera tenté de chercher la faute dans une fermeture imparfaite de la soupape, que l'on essaiera d'améliorer en la chargeant davantage. De plus, on essaiera d'augmenter la sensibilité de la combinaison en diminuant le calibre du petit compteur. Ceci fait, c'est-à-dire le compteur de 25 millimètres ayant été remplacé par un autre de 12 millimètres, l'on constatera, ainsi que le démontre l'essai IV de notre tableau, les résultats irréprochables au débit de 100 litres par heure. Donc une méthode de réception qui ne tiendrait compte que des gros et des petits débits devrait conclure à l'approbation des appareils combinés.

Débits enregistrés par deux compteurs accouplés en p. 100 des débits écoulés.

Débits en litres par heure	20 000	10 000	6 000	5 000	4 000	3 000	2 000	1 000	400	200	100
100 millimètres, seul ; I essai	100	100	100	100	101	101	100	98	—	—	—
100 millimètres	87	78,3	72	61	45	18	0	0	0	0	—
25 millimètres	14	21,7	30	40	52	64	88,3	101	100	65	—
Poids de la soupape 2,75 kg. II essai	101	100	102	101	97	82	88,3	101	100	65	—
100 millimètres	79	62	35	12	0	0	0	0	0	0	—
25 millimètres	22	38	60	70	86	101	100	100	100	63	—
Poids de la soupape 9,85 kg. III essai	101	100	95	82	86	101	100	100	100	63	—
100 millimètres	94	—	92	—	91	79	74	64	0	0	—
12 millimètres	5	—	6	—	7	8	10	16	35	42	98
Poids de la soupape 2,75 kg. IV essai	99	—	98	—	98	87	84	80	35	42	98
100 millimètres	94,5	—	87	—	84	80	76	35	0	0	—
12 millimètres	3	—	5	—	10	12	15	34	80	101	—
Poids de la soupape 9,85 kg. V essai	97,5	—	92	—	94	92	91	69	80	101	—

Un expérimentateur plus scrupuleux verrait cependant bientôt la mauvaise influence exercée sur l'enregistrement des débits moyens (65 p. 100 de retard à 400 litres par heure). Et les essais III et V démontrent qu'une augmentation de la charge de la soupape ne fait que transférer les retards d'enregistrement dans une zone de débits plus grands, de sorte que la perte atteint alors 18 p. 100 de 5 000 litres par heure (essai III) au lieu d'être de 18 p. 100 de 3 000 litres par heure (essai II). Cette construction ne saurait donc être recommandée d'aucune façon.

M. Thiem, ancien directeur des eaux de Leipzig, est parti d'un principe différent. D'après lui, les deux compteurs ne devraient

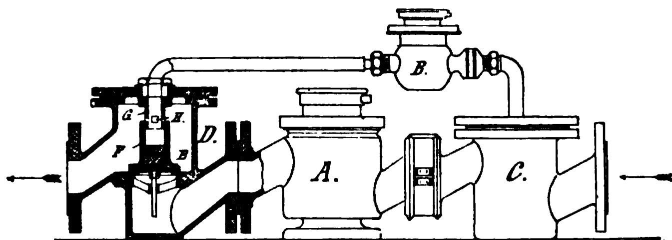


Fig. 33.

jamais travailler ensemble. La figure 33 représente la phase où le petit compteur B seul, fonctionne. La soupape chargée F, qui fait l'obturateur en aval pour le gros compteur, ferme en montant par sa partie supérieure, les lumières de décharge du petit compteur; il y aura donc un moment où l'eau ne saurait sortir ni du petit ni du gros compteur. Un instant après, le courant d'eau ouvrira la grosse soupape et refoulera en même temps en sens inverse le courant qui existait dans le by-pass et dans le petit compteur, la grosse soupape subira un contrecoup et se mettra à osciller autour de sa position moyenne. Ensuite, le débit diminuant, la soupape tendra à regagner son siège. Mais au moment où elle voudrait y reposer, elle couperait le seul passage ouvert pour le courant d'eau, car, d'après le principe de la construction, les lumières de sortie du petit compteur ne pourraient pas encore être réouvertes. C'est à ce moment que la soupape reprendra ses oscillations et, ce qui est pis, ne parviendra pas du tout à se renfermer entièrement. L'insuccès de cette invention ne pouvait

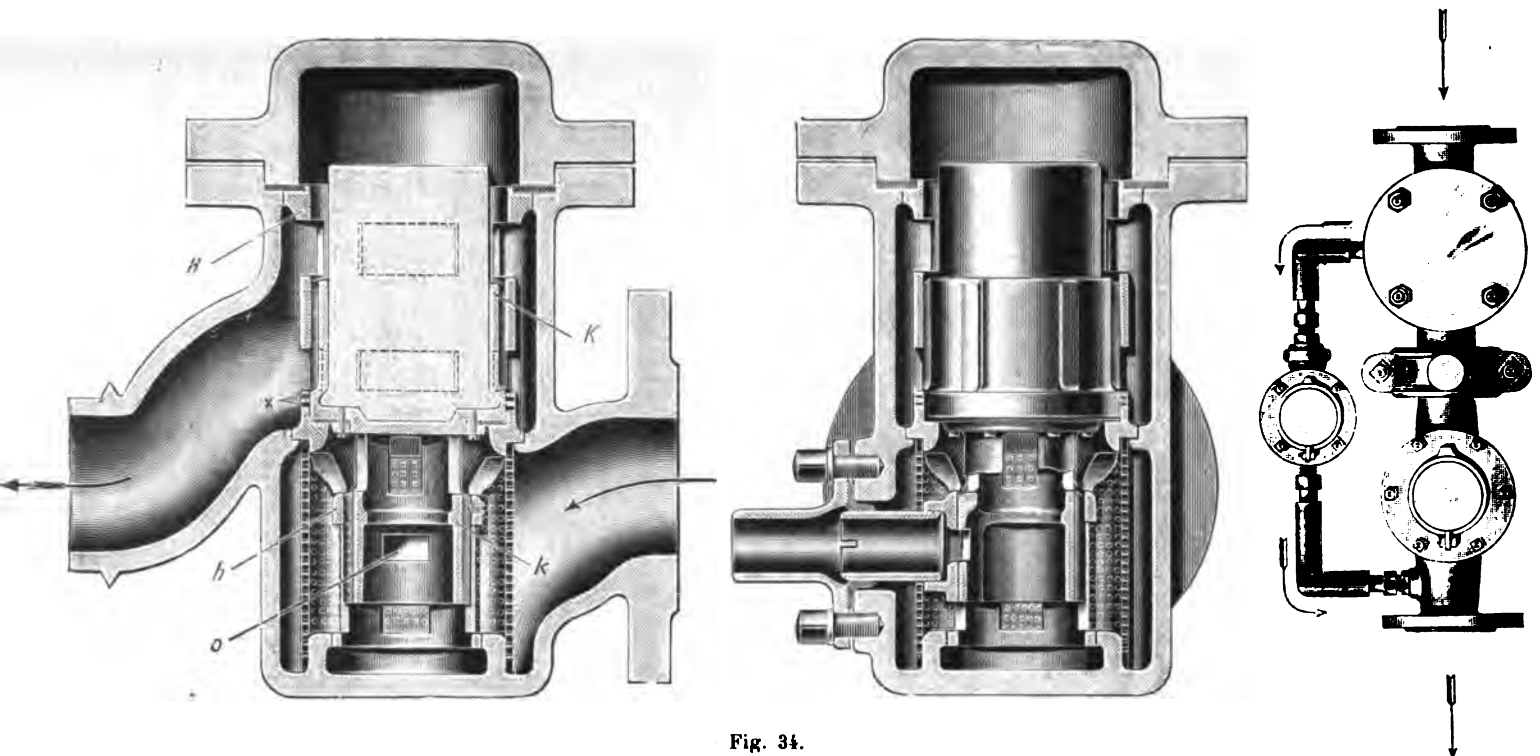


Fig. 34.
Combinaison Eisner, fabriquée par la Compagnie générale des Conduites d'eau, 12. rue Calmels. Paris.

donc pas être douteux. Nous nous abstiendrons de décrire en détail encore d'autres essais faits en Suisse (brevet n° 2527), en Hollande, etc., etc.

Passons à la construction de M. Eisner, ingénieur en chef de la distribution municipale de Berlin (fig. 34). Si dans la figure 32, on attachait au bas de la soupape une rallonge piston creux percée de lumières, on pourrait l'utiliser comme tiroir réglant l'ouverture et la fermeture de l'entrée au petit compteur. Et la pression en dessus de cette soupape étant toujours inférieure à celle en dessous, la soupape n'oscillerait pas après son ouverture et pendant son mouvement ascensionnel. C'est là le principe du système Eisner, dès que nous y aurons encore ajouté un détail qui est aussi important qu'il est simple et, par conséquent, ingénieux. Ce sont les petites ouvertures x dans le dessin qui, lors de la descente du piston, permettent l'évacuation de l'eau renfermée dans la boîte de distribution, de sorte qu'alors la fermeture de la soupape peut se faire avec toute la promptitude et la facilité désirables.

La simplicité de la construction nous dispense d'en donner une description de détails. Elle est très robuste, sans charnières ni roues ou autres organes mobiles et délicats. Les parties frottant ou glissant les unes sur les autres sont très réduites, et il a été prouvé par des expériences précises que les organes renfermés dans la boîte de distribution n'amènent pas une augmentation considérable de la perte de charge. Ainsi qu'on le voit par les deux tableaux suivants résumant une série d'essais, la précision de cette combinaison a été trouvée remarquable pour les mouvements du piston dans les deux sens. Le piston montant, le petit compteur marque tout seul le débit, avec une tolérance de 1,6 p. 100 en plus entre les écoulements de 200 et 2 700 litres à l'heure. (Si pour le petit compteur on avait choisi un compteur volumétrique, ce qui évidemment pourrait se faire sans aucun inconvénient, il y aurait la même exactitude déjà à partir du débit de quelques litres par heure, et ce serait un gros compteur enregistrant la goutte.) A 2 700 litres, il y a déclanchement : 3/4 passsent par le gros et 1/4 par le petit. Ensuite, c'est le gros qui absorbe le débit presque entier, jusqu'à ce que le piston s'ap-

Débits enregistrés par une combinaison Eisner en p. 100 des débits écoulés.

I. — Mouvement de bas en haut

Débit en litres par heure	68000	48000	35000	27000	10000	6000	3000	2800	2700	2400	2000	1000	400	300	200
Compteur, 75 millimètres	91,1	94,3	98,2	100,8	100,0	99,6	97,0	96,7	74,0	0	0	0	0	0	0
— 25 —	10,6	7,6	3,1	0,5	0,2	0,4	2,2	3,6	25,5	101,6	101,4	101,3	101,0	100,5	100,0
Résultats cumulés (au lieu de 100 p. 100)	101,7	101,9	101,3	101,3	100,2	100,0	99,2	100,3	99,5	101,6	101,4	101,3	101,0	100,5	100,0

II. — Mouvement de haut en bas

Débit en litres par heure	3000	2800	2400	2200	2000	1980	1000	400	300	200
Compteur, 75 millimètres	98,7	96,8	97,5	95,6	7,5	3,0	2,2	2,0	2,0	2,5
— 25 —	2,0	2,0	2,5	3,3	94,0	98,2	98,2	99,0	98,4	98,0
Résultats cumulés (au lieu de 100 p. 100)	100,7	98,8	100,0	98,9	101,5	101,2	100,4	101,0	100,4	100,5

proche de la limite supérieure de sa course, rouvrant en ce moment par son bord de dessous l'entrée dans le petit compteur : c'est alors, c'est-à-dire aux très grands débits, que les deux appareils fonctionnent ensemble.

Il est clair qu'on peut songer à renfermer dans un seul corps l'ensemble de la combinaison : le gros et le petit compteur et la boîte de distribution, et réunir encore des deux organes moteurs en un seul. Alors on arrive à des constructions telles que le compteur de MM. Bernhardt fils de Vienne, et le Pascal fabriqué par MM. Berlie et Cie de Lyon, qui reposent sur le même principe.

Au croquis (fig. 35) représentant le *compteur Bernhardt* on remarquera les deux minces tubes destinés à projeter l'eau sur l'organe moteur avec une vitesse augmentée, dès que la soupape dans la boîte de distribution ne pourra plus être soulevée par le courant liquide. Il y aura donc un mouvement aux petits écoulements, mais sera-t-il régulier? Car en somme *il s'agit de mesurer un débit d'eau, et non seulement de produire sur le cadran un mouvement quelconque prouvant la vie à la goutte.* Nul doute, pour une charge spécialement déterminée, la minuterie pourra être réglée convenablement même aux petits débits. Mais tous les règlements de compteurs prescrivent que l'appareil doit fonctionner régulièrement entre les limites de 1/4 ou 1/2 atmosphère d'une part et de 30 à 50 atmosphères de l'autre, ce qui est conforme au service courant, pendant lequel la pression dans le réseau tombe aux heures de la plus forte consommation. Or, la charge s'élevant, la force vive augmentera en raison du carré de la vitesse. Il en résulte qu'aux petits débits (et en général à tous les débits, si on cale la soupape sur son siège) ce compteur avance considérablement. Dès qu'on prendra la peine de répéter les essais sous des pressions différentes, on verra les résultats varier considérablement.

Par contre, si l'on enlève la soupape, le retard des enregistrements devient considérable aux débits petits et moyens. Et qu'arrivera-t-il, dès que les deux tubes se rempliront de dépôts? Même une obstruction partielle faussera l'enregistrement, car,

remarquons-le bien, ces tubes ne fonctionnent pas qu'aux petits débits seulement. Enfin nous devons signaler que ces boyaux

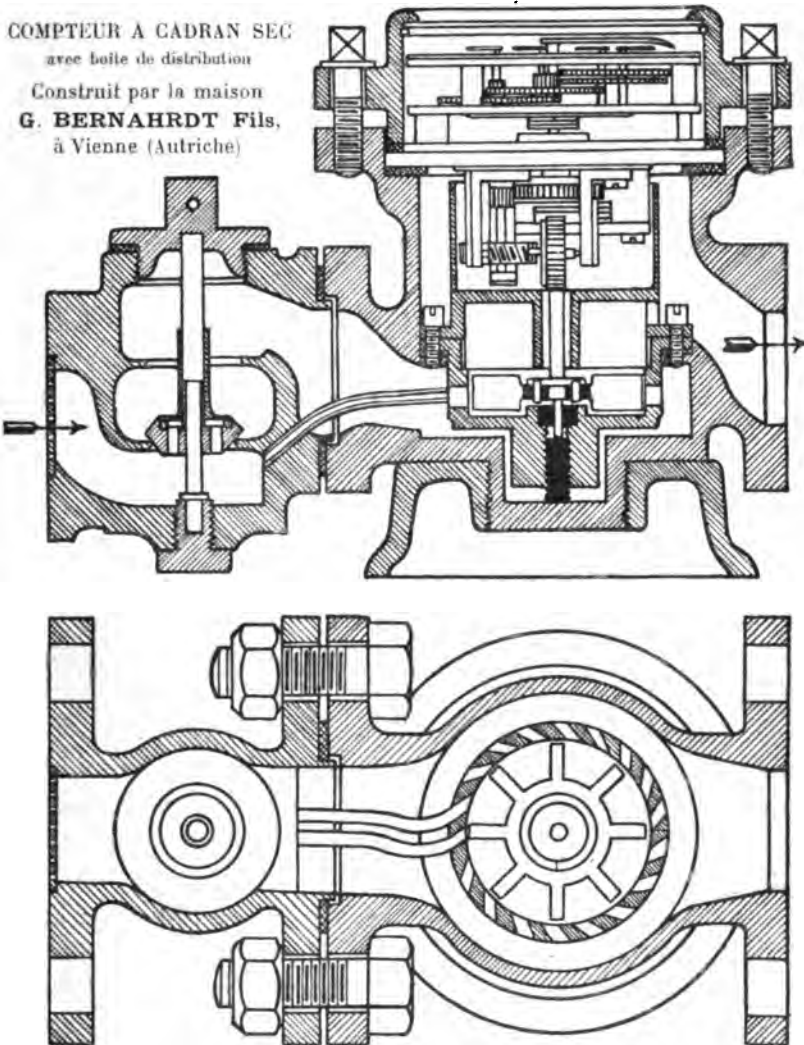


Fig. 35.

relativement longs nous semblent mal placés dans une distribution d'eau pour la raison que nous devons cesser de répéter, savoir : qu'aucune eau alimentaire, étant passée par un réseau de conduites, ne peut être absolument exempte d'impuretés fines.

Le compteur Pascal (fig. 36) se place facilement dans une conduite verticale. Il est posé au moyen de deux courbes d'assemblage, lorsqu'il s'agit de le monter dans une tuyauterie horizontale.

L'organe moteur est une turbine, dont les palettes triangulaires et nombreuses sont soudées sur un arbre *h* qui est volumineux et creux, ce qui, ainsi que nous l'avons vu au compteur Hélice, est de nature à augmenter la sensibilité de l'appareil. Entre cette turbine et l'orifice d'entrée pour l'eau (au bout inférieur de l'appareil) on a logé, à l'intérieur du corps, deux cylindres concentriques, dont le plus large porte dans sa plaque de fond une soupape *v*. C'est une soupape qui ne doit s'ouvrir que pour les gros débits, et dès qu'elle s'ouvre, l'eau passe sur la turbine à travers le canal circulaire intérieur *z*. Les petits débits, au contraire, passent par le canal circulaire extérieur *y*, et de là, à travers les trois orifices *x*, qui ont le diamètre d'une épingle, sur la périphérie de la turbine.

L'appareil est muni de trois crépines ; à l'entrée il y en a deux, dont la seconde est formée de neuf couches superposées d'une toile métallique très fine. La troisième crépine ferme le compteur en haut et doit empêcher la rentrée de corps venant du branchement intérieur.

Malgré ce que cette construction a incontestablement d'ingénieux et même de séduisant, et malgré les beaux essais de laboratoire à la goutte avec une eau pure et un personnel choisi, une étude approfondie n'a pas laissé de nous inspirer des préoccupations sérieuses.

Les trous *x* ont les mêmes défauts que les tubes du compteur Bernhardt. Leur si minime diamètre est du reste inadmissible. Mais pour peu qu'on les alésât, le compteur vivrait-il encore à la goutte ? La crépine fortement serrée doit empêcher l'obstruction des trous *x*, mais l'obstruction de la crépine même serait-elle un mal moins grand ? Passant en revue tous les systèmes de compteurs connus, nous n'en voyons aucun muni d'une crépine pareille, qui, pour un nombre moyen d'abonnés, exigerait un service spécial de visites, nettoyages et replombages des appareils. Des essais suivant le système Lindley donnent d'ailleurs les

chiffres suivants : un compteur Pascal de 12 millimètres débite 1,228 m^3. par heure sous une perte de charge de 10 mètres qui se répartissent comme suit : Le corps seul, dépouillé du mécanisme et des trois crépines, absorbe une charge de 0,99 m. ; si on remet en plus le mécanisme, la perte de charge se trouve augmentée de 0,45 m. ; tout le restant, soit 8,56 m., est absorbé par les crépines. En d'autres mots : rétrécissement utile 15 p. 100, rétrécissement nuisible 85 p. 100.

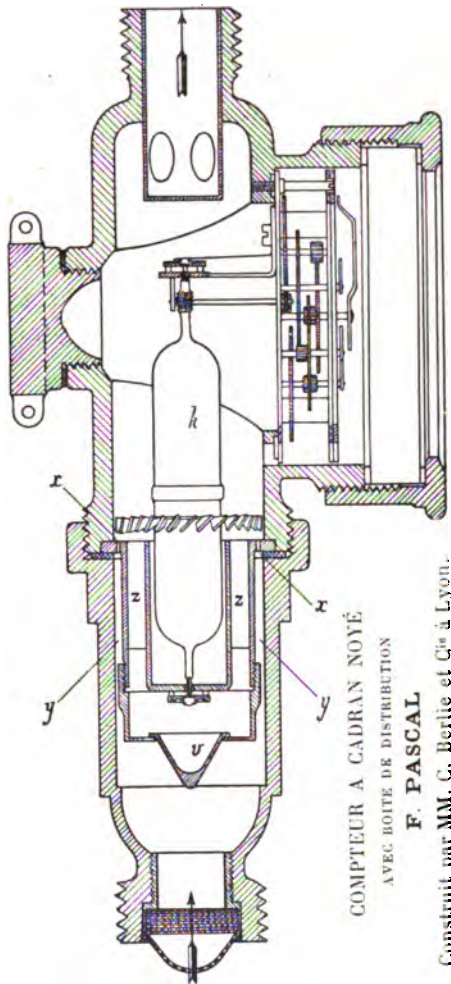


Fig. 36.

La soupape v est faite d'une tôle mince repoussée, dans le creux de laquelle on a coulé un peu de métal. Le poids de la soupape n'est que de 1,75 gr., et elle n'est point guidée comme celle du compteur Bernhardt. Cette soupape, comment se referme-t-elle, lorsque le compteur se trouve dans la position horizontale et non verticale ? Cette soupape doit obéir nécessairement aux moindres fluctuations de la pression, la fermeture d'un robinet de service dans le voisinage suffira pour la faire jouer, et bien des fois elle retombera sur son siège dans une position oblique. Pour une boîte de distribution, nous devons trouver tout cela un peu trop primitif. Et en effet, les courbes que nous avons tracées de ce compteur, tantôt avec la soupape calée, tantôt avec un ou plusieurs trous x obstrués, sous des pressions variées, pen-

dant le jour et pendant la nuit, nous ont confirmés dans cette impression. C'est là l'écueil bien connu dans la combinaison, qui ne nous paraît pas avoir été bien comprise dans ce cas.

Il est possible que l'inventeur réussisse encore à améliorer son appareil. En examinant tous les détails, nous ne pouvons nous refuser à croire qu'on ait cherché à réaliser le *nec plus ultra* du bon marché. Quelle singulière économie, par exemple, que celle de fixer l'assise supérieure de l'arbre *h* contre la plaque de la minuterie, au lieu de créer un support spécial fixé dans le corps, ce qui permettrait d'*examiner la marche de l'organe principal pendant que la minuterie serait enlevée*. A présent, la position de l'arbre dépend du serrage plus ou moins fort des deux vis qui fixent la minuterie sur le corps.

Dans le même ordre d'idées, on fera bien de comparer les épaisseurs des différents organes avec les parties correspondantes dans d'autres compteurs du même débit, reconnus comme bons. A moins que la pratique ne se soit trouvée jusqu'ici dans une profonde erreur, on tirera de cette comparaison les conclusions suivantes :

1° Que les pivots de l'arbre creux de la turbine devraient avoir au moins 2,5 mm. au lieu de 0,8 mm. d'épaisseur.

2° Que les engrenages sont munis de dents par trop minces, attendu que leur section n'est que de 0,1 millimètre carré contre 1 millimètre carré comme d'habitude.

3° Que les engrenages, au lieu d'être faits de tôle de 0,4 millimètres, devraient avoir 1,25 mm. d'épaisseur.

4° On remarquera encore que les palettes de la turbine ne tiennent à l'arbre que par un seul point, et que le doigt d'un ouvrier suffira pour les déformer, ce qui dérèglerait le compteur.

Nous répétons que nous verrions volontiers présenter cet appareil sous une forme perfectionnée, résistant à la fatigue, aux oxydations et aux incrustations, et permettant le remontage de ses organes par le premier ajusteur venu. Il nous semble que, de ces améliorations, il ne devrait pas s'ensuivre nécessairement un prix inabordable. Et c'est ici l'occasion d'attirer l'attention de nos collègues sur ce fait bizarre qu'il n'y a pas longtemps, tout le monde était d'accord pour mettre le prix à l'achat d'un bon compteur d'eau, alors que depuis deux à trois ans nous sommes

exposés à nous laisser entraîner dans une réaction qui, en nous conduisant peut-être encore jusqu'à l'adjudication de la fourniture au plus bas soumissionnaire, finirait par compromettre et même par discréditer entièrement le système de la distribution par compteur. Pourtant, ce serait là un mal aussi regrettable que difficile à déraciner ensuite.

A ce propos, M. Œsten, ancien ingénieur en chef des eaux de Berlin, écrit dans le *Handbuch der Ingenieur Wissenschaften*, III, 3, p. 346 (Leipzig, 1904) comme suit :

« Par suite d'usure, d'incrustation, etc., tout compteur d'eau se met à retarder peu à peu. Une diminution des recettes est donc inévitable, seulement elle pourra être restreinte singulièrement par l'emploi exclusif de compteurs de tout repos, ainsi que par leur rentrée à tour de rôle au Laboratoire de vérification. Mais souvent, on devra lutter avec la tendance du conseil communal, qui préférera acheter les moins chers parmi les compteurs offerts, quoique au point de vue de l'entretien et de la solidité ils puissent laisser à désirer. Les conséquences résulteront d'un petit calcul. Supposons qu'une ville de 100 000 habitants consomme en moyenne 75 litres par tête et par jour, et que le prix de l'eau soit de 15 pfennigs par mètre cube. Dans le cas ou l'eau débitée serait payée intégralement, la recette annuelle monterait à :

$$\frac{365 \cdot 100\,000 \cdot 75}{1\,000} \times 0{,}15 = 410\,625 \text{ marcks.}$$

La perte due à l'eau impayée peut, par l'emploi de compteurs médiocres, monter facilement à 10 p. 100 et même plus ; par l'emploi de compteurs construits et exécutés avec soins et méthode, elle peut, au contraire, baisser à 5 p. 100 et encore moins, de sorte qu'il s'agit de perdre ou de rattrapper une somme annuelle d'environ 20 000 marks. Or, si, en passant au plus bas soumissionnaire la commande des 4 000 compteurs exigés, on avait réalisé une économie de 10 marks par compteur, soit en tout 40 000 marks, ce montant, élevé en apparence, ne représenterait pourtant que 1 600 marks de gain annuel en intérêts d'argent, ce qui ne serait évidemment pas une compensation pour la perte des 20 000 marks sus-mentionnés. »

CHAPITRE VIII

COMPTEURS D'ARROSAGE

Les compteurs d'arrosage travaillent toujours à gueule bée.

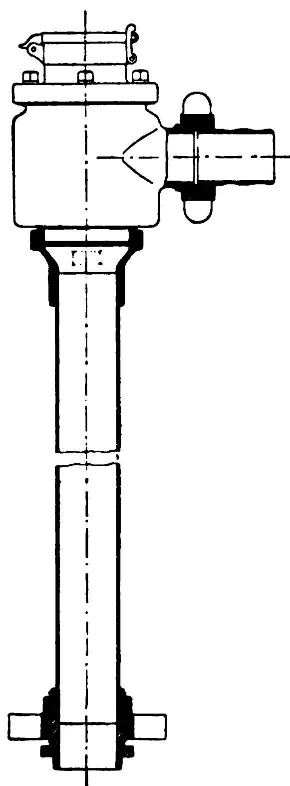


Fig. 37.

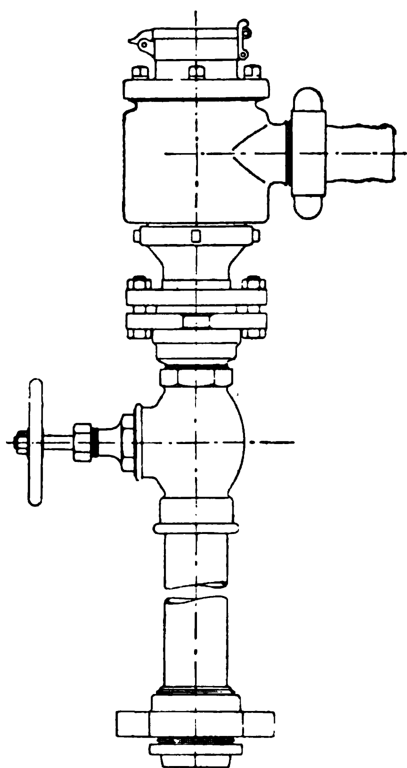


Fig. 38.

Pour pouvoir résister à une fatigue pareille, on doit les construire plus robustes encore que les gros compteurs des abonnés.

Par contre, on admettra une augmentation de la tolérance aux petits débits, qui dans cette application spéciale ne sont d'aucune importance.

Les 545 bouches d'arrosage de 25, 30 et 40 millimètres de diamètre desservant les communes de Colombes, Asnières et Courbevoie, sont munies chacune d'un compteur, dont on a pu constater l'excellent état de conservation depuis l'époque de leur installation en 1901, bien que plusieurs de ces compteurs aient dû enregistrer 4 à 5 000 mètres cubes d'eau de Seine (non filtrée à l'époque) par an.

Au lieu d'acheter autant de compteurs qu'il y a de bouches d'arrosage, on peut se servir d'un certain nombre de poteaux-compteurs qu'on applique aux bouches au moment du besoin.

Les figures 37 et 38 montrent un poteau simple, et un autre avec boîte à étoupes permettant la rotation de la tête et avec soupape d'arrêt.

CHAPITRE IX

COMPTEURS POUR CHAUDIÈRES A VAPEUR ET BRASSERIES

Pour cet emploi, le constructeur devra tenir compte de la température du liquide, d'où résulteront certaines modifications de détail.

De plus, lorsqu'un compteur de vitesse trouvera sa place entre une pompe foulante et la chaudière, le réglage sera autre que lorsque l'alimentation se fera au moyen d'un injecteur. Car dans le premier cas, il s'agira de neutraliser l'effet des mouvements du piston sur le compteur. Chaque cas demandera donc une petite étude à faire, d'accord avec le constructeur.

CHAPITRE X

ENREGISTREMENT DES COMPTEURS SANS AUCUN PUISAGE AUX ROBINETS

COMPTEURS DE VA-ET-VIENT

Il arrive que des abonnés, après une absence de plusieurs mois, voient à leur retour avec étonnement qu'il leur est présenté une quittance quelquefois relativement importante, pour de l'eau consommée. D'où réclamation de l'abonné, qui prétend avec juste raison, qu'ayant été absent, aucun puisage n'a pu avoir lieu. On fait démonter le compteur pour le vérifier, et l'on reconnaît son exactitude parfaite.

Comment un enregistrement d'eau a-t-il pu se produire dans ces conditions?

C'est que la pression de l'eau a varié dans la conduite principale, ce qui a provoqué des sorties et des rentrées d'eau que le compteur avait enregistrées, tout en n'étant pas débitées. Ce cas est très fréquent surtout dans les quartiers élevés d'une ville, car l'ouverture des bouches d'arrosage dans la partie basse fait baisser la pression sur les hauteurs.

Quoique cette explication soit bien simple pour un homme du métier, le directeur du Service des eaux n'essaiera même pas de faire comprendre le cas à un abonné ordinaire, car il n'y réussirait certainement pas. Ce dernier s'en ira donc, convaincu que le compteur a failli lui jouer un mauvais tour, et qu'il fera bien de le surveiller de temps à autre. Cependant, l'Administration préférera certainement que tout abonné considère son compteur comme un instrument impeccable.

Or, le moyen le plus simple d'éviter cet inconvénient, et par conséquent un paiement abusif, consiste à prendre des compteurs qui, avec une neutralité à toute épreuve, démarquent ou décomptent lorsqu'il y a des retours d'eau.

C'est là le compteur de va-et-vient.

CHAPITRE XI

LE CADRAN

CADRAN SEC. CADRAN NOYÉ. CADRAN TRANSPARENT ET INSALISSABLE
DIMENSIONS DU CADRAN

Le *cadran doit être lisible, même dans une cave faiblement éclairée*, c'est-à-dire :

1° Que son diamètre ne saurait être réduit outre mesure;

2° Que les inscriptions ne doivent pas être susceptibles d'être oblitérées par des dépôts et impuretés;

3° Que la lecture doit être simple et facile à apprendre par un simple ouvrier.

Les compteurs d'abonnés doivent marquer les litres et avoir pour limite supérieure au moins 100 mètres cubes pour les plus petits, mieux encore 1 000 mètres cubes.

Les figures 39 et 40 montrent en grandeur d'exécution deux types d'un usage général.

La figure 39 renferme 5 cercles gradués.

La figure 40 en a 6.

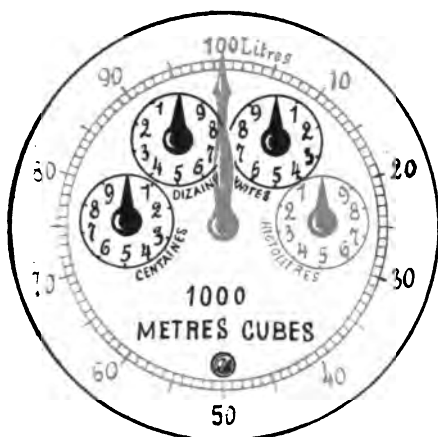
Dans la figure 39, les litres sont marqués par une longue aiguille appelée trotteuse, dans la figure 40, au contraire, c'est une petite qui les enregistre. Pourtant, c'est cette dernière qui, par sa vitesse de rotation, dépasse celle de la longue aiguille de la figure 39. En effet, les chemins parcourus par litre débité sont de resp. 3,15 mm. (fig. 39) et de 3,77 mm. (fig. 40).

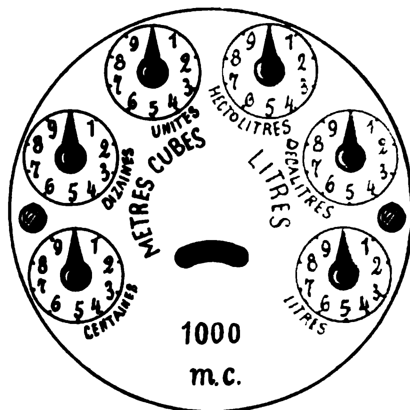
La figure 40 représenterait pour nous le minimum de diamètre à admettre pour les cadrans, soit entre 50 et 55 millimètres, de sorte qne les petits cercles aient encore au moins 12 millimètres de diamètre.

Le type de la figure 39, où le cercle gradué des litres renferme

les autres un peu plus serrés, doit avoir évidemment au moins 55 millimètres de diamètre.

Les compteurs d'un débit de 5, 7 et 10 mètres cubes à l'heure, (sous 10 m. de perte de charge), devront être munis de cadrans allant jusqu'à 1 000 mètres cubes avec un diamètre minimum de resp. 60 millimètres (fig. 40) et 65 millimètres (fig. 39). Les compteurs de 20 à 100 mètres cubes de débit auront des cadrans de 100 000 mètres cubes et de 60 à 65 millimètres de diamètre mini-





Grandeur d'éxécution.

Fig. 39. Fig. 40.

mum. Enfin, les compteurs de 200 à 400 mètres cubes auront des cadrans de 1 000 000 mètres cubes, et de 100 millimètres de diamètre. La division pour ces derniers commencera par 1 mètre cube.

On distingue des *compteurs à cadran sec et à cadran noyé.* Dans les premiers, une sorte de presse-étoupe traversant la cloison séparatrice établit une communication entre cadran et train. On peut supprimer cette source de frottement et d'inertie en donnant à l'eau accès jusqu'au verre, dont l'épaisseur doit être calculée alors pour résister à la pression de 20 atmosphères, ce qui n'offre aucune difficulté. C'est le cadran noyé.

Les impuretés, obéissant à la pesanteur, compromettraient aisément l'état lisible du cadran dont les inscriptions seraient constamment submergées sous une eau troublée.

Pour ceux qui savaient apprécier les qualités du cadran noyé,

il y avait là un problème à résoudre, et la solution a été trouvée très ingénieusement sous la forme du *cadran transparent et insalissable* (fig. 41).

Ce cadran est superposé aux aiguilles, il est logé entre le verre et un émail épais ; tout contact avec l'eau est ainsi rendu impossible. A l'intérieur des petits cercles, l'émaillage n'existe pas : on voit donc à travers le verre les aiguilles se relevant sur la plaque de fond noircie. Le nécessaire a été prévu pour empêcher le verre de tourner[1].

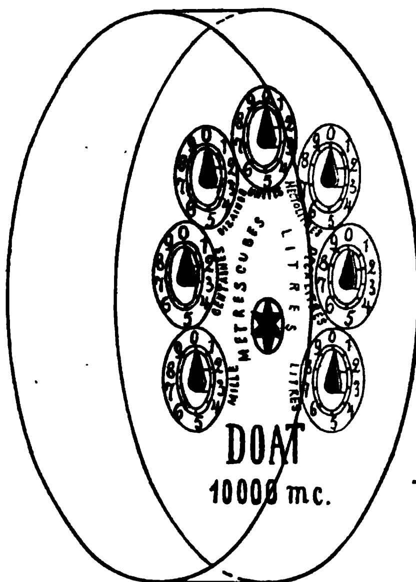


Fig. 41.
Cadran transparent et insalissable.

Le paiement intégral de l'eau débitée est facilité, si l'on évite des erreurs dans les lectures ou relevés des compteurs. Lorsque dans une même ville, on désirera admettre une demi-douzaine de systèmes différents, il conviendra d'en unifier au moins les cadrans, pour que le fontainier, qui ordinairement ne possède que peu d'instruction, ne soit pas obligé de se rappeler devant chaque appareil la méthode spéciale à appliquer. Qu'on admette donc les deux types représentés par les figures qui précèdent, mais qu'on prescrive au moins, ainsi que cela se trouve dans tous les règlements allemands, que *toutes les aiguilles doivent tourner uniformément dans le même sens, c'est-à-dire comme les aiguilles d'une montre.*

[1] Cons. A. M., p. 6) « Pour éviter de serrer dans un presse-étoupe l'arbre de commande de la minuterie. on a créé un type de compteurs, dits « à cadran noyé », dans lesquels l'eau baigne complètement les aiguilles et le cadran sur lequel se font les lectures ; mais il est alors nécessaire de prendre des précautions spéciales pour empêcher que les boues, en se déposant sur le cadran, ne rendent illisibles les indications du compteur. Les compteurs à cadran noyé sont d'ailleurs plus sensibles que les compteurs à cadran sec, les résistances passives étant plus faibles.

CHAPITRE XII

LE CLAPET DE RETENUE

Le clapet de retenue se pose en amont du compteur ou de sa crépine. En s'ouvrant fréquemment sous l'effet des coups de bélier, il peut contribuer à augmenter inutilement la pression dans le branchement intérieur.

On a voulu motiver la pose du clapet de retenue par la nécessité d'établir, pour ainsi dire, une cloison de séparation entre les conduites publiques et les branchements particuliers. Mais nous ne voyons aucun inconvénient à ce que de petites quantités d'eau contenue dans un branchement d'eau fermé et se trouvant sous pression constante puissent rentrer dans les conduites publiques pendant les heures de basse pression. Nous prévoyons bien cette objection qu'on nous fera : « Mais les fuites souterraines dans les branchements ? et la possibilité de rentrées d'impuretés par là ? » A ce sujet, nous sommes d'avis que pendant le mouvement lent en arrière, les impuretés n'arriveraient même pas jusqu'à la crépine, car elle se déposeraient déjà dans le corps du compteur. Toute cette précaution nous semble d'ailleurs un peu trop théorique, car dans quelle mesure un trou d'un diamètre égal à celui d'une épingle, qui existerait dans un branchement intérieur, pourrait-il augmenter le danger d'infection provenant des fuites inévitables et souvent innombrables qui existent dans le réseau des conduites en fontes ?

A moins qu'on ne nettoie fréquemment le siège de la soupape, des impuretés, de grains de sable, des morceaux de limaille de de fonte ne tarderont pas à s'y déposer et à empêcher la ferme-

ture complète de la soupape. Ainsi le passage sera ouvert à l'eau.

Donc, suivant nous, le clapet de retenue constituerait à la fois une dépense inutile et une précaution illusoire dans la plupart des cas.

CHAPITRE XIII

POSE D'UN COMPTEUR

TUBES D'ATTENTE

L'assemblage du compteur à la conduite se fait à l'aide de brides ou de raccords à souder. Le montage doit se faire en position bien horizontale.

L'endroit choisi pour le compteur doit être parfaitement drainé, suffisamment large pour permettre la lecture et à l'abri de la

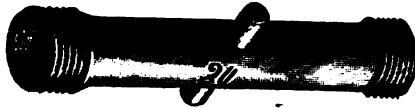


Fig. 42.

gelée (au besoin on garnira l'appareil de tresses épaisses de paille).

Avant de poser le compteur dans le branchement qui vient d'être exécuté, on aura soin d'intercaler provisoirement un *tube d'attente* (fig. 42), occupant exactement la place du compteur et pourvu des mêmes bouts d'assemblage, et d'enlever ensuite au moyen de fortes chasses d'eau dans le branchement, tout corps étranger, déchet de fer ou de soudure, etc., dont l'introduction dans le compteur ne tarderait pas à le détériorer.

CHAPITRE XIV

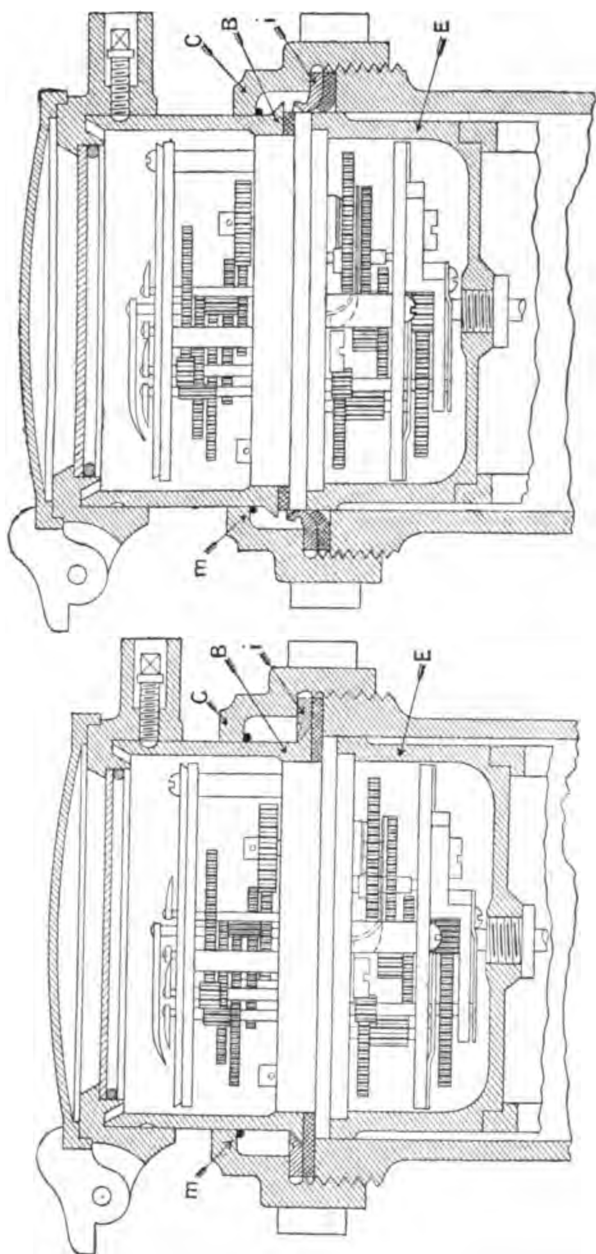
PRÉSERVATION DES COMPTEURS A EAU CONTRE LA GELÉE
CAISSES DE PROTECTION. COMPTEURS INCONGÉLABLES

Caisses de protection. — Pour prévenir les effets de la gelée, qui occasionne si souvent des dégâts et des réparations très coûteuses, lorsque les compteurs ne sont pas suffisamment protégés contre le froid, on a été amené, dans ces derniers temps, à l'emploi de caisses de protection. Celles-ci consistent en de simples boîtes de bois, dans lesquelles le compteur est entouré d'un corps mauvais conducteur du froid, tel que sciure de bois, copeaux, paille, etc.

Les caisses sont disposées de telle sorte que, par simple retrait du couvercle, les lectures sur le cadran peuvent se faire avec la même facilité que pour un compteur libre sur la conduite; de plus, dans le cas où la cave est très humide, l'isolant peut être remplacé très facilement.

Par l'emploi de semblables caisses, le compteur peut (au dire des fabricants) être exposé pendant un temps prolongé à une température de 15° C, sans avoir à souffrir des effets de la gelée.

Compteurs incongelables. — La dilatation de l'eau par la transformation en glace est de 10 p. 100 environ. S'il y a dans le compteur une boîte intérieure, c'est celle-ci qui reçoit la pression en premier lieu. Du moment où elle pourra céder à cette poussée, son déplacement évitera la destruction du corps et la déformation des plaques de fond, des arbres, coussinets, roues, etc.



Or, au compteur Doat à cadran sec, on a superposé au bord supérieur de la boîte intérieure un cercle métallique, qui fait partie de la cloison de séparation entre la chambre noyée et la chambre sèche et retient la boîte intérieure dans sa juste position. Il résiste à la pression de service. Mais du moment où, par suite de congélation, cette pression est dépassée, il cède et ouvre alors à la boîte intérieure le chemin pour entrer, sans déformation aucune, dans la chambre sèche, ce qui n'offre aucun danger, la congélation ayant suspendu tout écoulement d'eau.

CHAPITRE XV

APPAREILS A ÉPROUVER LES COMPTEURS

L'appareil que nous représentons figure 43 est celui du Conservatoire National des Arts et Métiers à Paris.

Le réservoir en tôle est divisé en deux compartiments cubant respectivement 2 000 et 500 litres. Ceci permet d'essayer à la fois un grand et un petit compteur.

Un réservoir d'air monté à l'entrée (à la droite dans la fig. 43) amortit les coups de bélier. Le manomètre différentiel à colonne d'eau, protégé par une caisse en tôle, est monté sur le devant d'un réservoir ; deux indicateurs ou aiguilles fixent d'avance la perte de charge que l'on entend établir pour l'essai de l'appareil.

Quelques détails de construction apparaissent mieux dans la coupe d'un type un peu différent (fig. 44).

Ces constructions ont été établies pour répondre au programme suivant :

1° Le bac de jauge, étant un appareil de précision, doit être placé dans une position strictement verticale et fixe.

2° Les échelles doivent monter et descendre dans leurs guides sans le moindre frottement et sans calage aucun.

3° La lecture des échelles doit pouvoir se faire à la hauteur de l'œil de l'observateur.

4° Les compteurs doivent pouvoir être mis sur le banc et y être accouplés solidement par des manœuvres rapides et simples.

5° Les tuyaux de décharge doivent partir du compteur en ligne ascendante afin d'évacuer l'air et de laisser le compteur plein d'eau, ce qui répond aux conditions du service courant.

6° On doit pouvoir varier rapidement les débits d'essai.

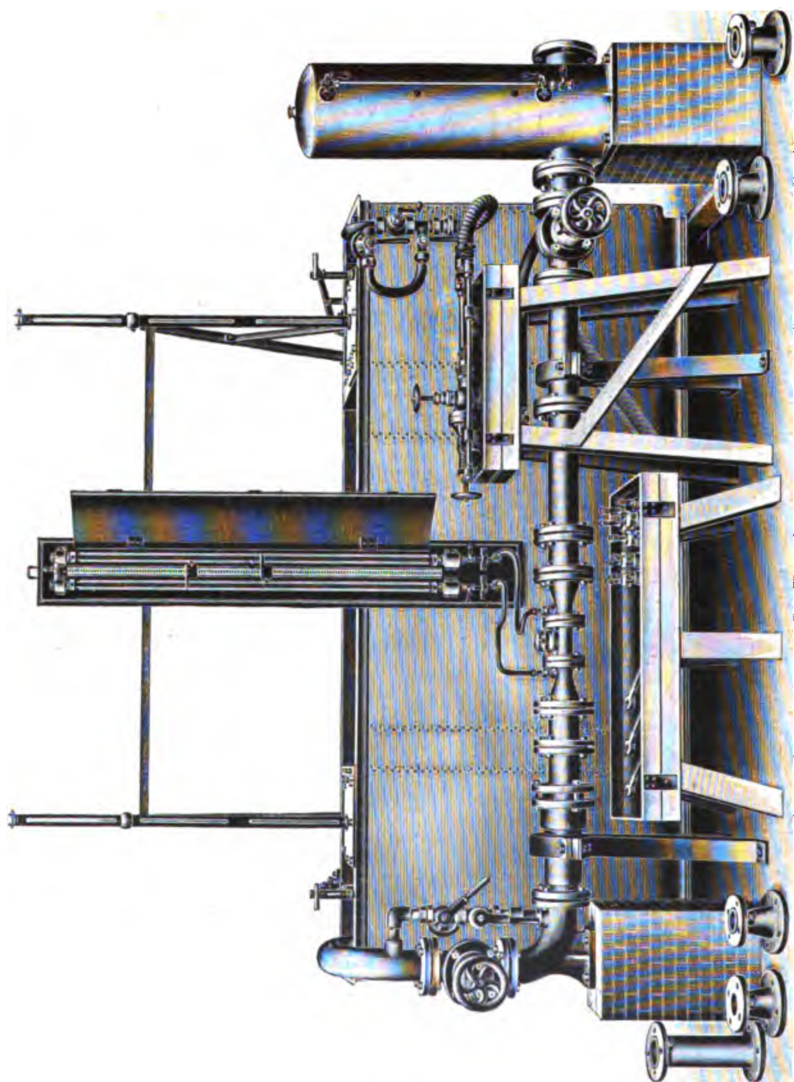


Fig. 43. — Appareil d'essai du Conservatoire des Arts et Métiers à Paris.

7° Le réservoir de jauge doit pouvoir se vider rapidement par en dessous.

Robinets revolvers.

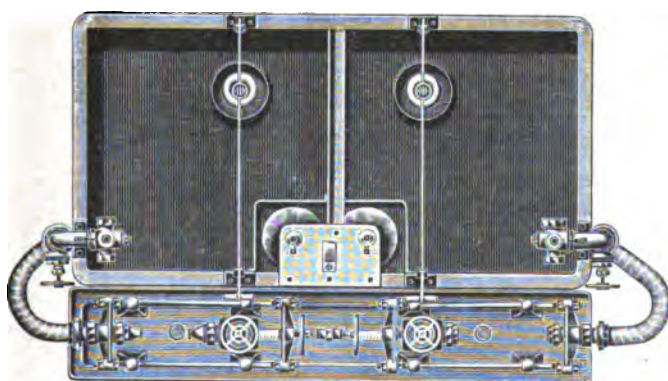


Fig. 44.
Appareil d'essai de compteurs, à deux bacs.

Les flotteurs voyagent sans frottement sur un mince fil métallique ; ils portent un tube très léger dont la surface extérieure est polie et reçoit les graduations de l'échelle. La lecture du débit se fait à la hauteur du bord supérieur du réservoir de jauge à un point rapproché de l'observateur.

Les bouts du tuyau de décharge sont munis de robinets-revolver portant quatre disques de jauge différents, ce qui permet l'essai à une série de quatre débits par le simple mouvement d'un quart de tour sans aucun démontage et sans aucune rentrée d'air.

CHAPITRE XVI

ÉPREUVE A FAIRE SUBIR AUX COMPTEURS. ESSAIS D'ENDURANCE. APPAREIL RECHERCHE-FUITE DISCUSSIONS AVEC LES ABONNÉS

Il est évident *qu'un compteur soumis à des essais doit subir un effort plus grand que celui auquel il est exposé en service courant, mais que cet effort doit rester similaire.*

Il y a d'abord la résistance à la pression intérieure.

Les tuyaux en fonte sont ordinairement éprouvés à 15 atmosphères avec coups de marteau, ensuite la pression d'épreuve sans martelage est poussée souvent jusqu'à 20 atmosphères, et cela en vue de coups de bélier éventuels dans la conduite.

Un compteur à l'état de repos doit pouvoir résister également à 20 atmosphères, les joints, les boulons, vis, brides doivent être construits en conséquence.

Le second point à examiner, c'est l'exactitude de l'appareil et sa durabilité.

En pratique, un compteur doit être maintenu plein d'eau et ne doit fonctionner qu'entre deux colonnes d'eau. L'absence d'air et l'équilibre partiel des deux côtés assurent un mouvement régulier et empêchent le compteur de s'emballer brusquement.

On devrait donc établir comme règle, qu'aucun essai de Laboratoire ne devrait avoir lieu, sans que l'air ait été entièrement purgé dans un compteur, et sans que l'orifice de sortie soit muni d'un tuyau ascendant et débordant au-dessus du point le plus haut du compteur. Le bout d'extrémité de ce tuyau peut être recourbé et être muni d'une lentille de jauge mobile afin de pouvoir essayer à différents débits.

On compromettrait l'exactitude des essais en voulant étrangler le débit en amont du compteur, ce qui pourrait faciliter des rentrées d'air à l'aval de l'appareil.

On commencera les essais par une lentille ayant comme section libre celle des orifices du compteur (pas plus !) et puis pour chaque débit recherché, on emploiera une lentille différente.

Un compteur doit pouvoir fonctionner régulièrement à l'essai sous forte et faible pression. On constate souvent une charge de 30 mètres d'eau, mais bien des villes ne possèdent pas cette pression.

Le mieux est toujours d'agir comme nous l'avons exposé, c'est-à-dire de placer le compteur entre deux manomètres et de régler le débit de manière à produire entre les deux manomètres, ou à l'aide d'un manomètre différentiel au mercure[1], une différence de pression d'une atmosphère. Ceci est beaucoup plus facile que de maintenir la pression constante dans la conduite.

Il est de toute évidence qu'il convient de comparer les différents systèmes de compteurs au point de vue de la *consommation journalière que les constructeurs conseillent de ne pas excéder pour assurer à un compteur en général une longue durée de fonctionnement sans réparation.* C'est là un point qui doit intéresser l'acheteur, plutôt que le diamètre des orifices d'entrée et de sortie.

La méthode à employer pour l'essai des compteurs est la suivante :

1° Faire démonter un spécimen de l'appareil pour bien se rendre compte du fonctionnement de chaque organe, puis visiter ensuite chaque pièce une à une, afin de juger la qualité de fabrication.

2° Noter le poids de l'appareil prêt à fonctionner, d'abord plein d'eau, puis sans eau.

3° Placer le compteur scellé, et tel qu'il vient de la fabrique, sur le banc d'essai et l'alimenter par un branchement de diamètre au moins égal au sien. Pour un compteur de 20 milli-

[1] Des résultats de la plus grande précision s'obtiennent par l'application d'un manomètre différentiel à colonne d'eau, ce qui permet de mesurer des pertes de charges équivalant à 1 millimètre d'eau. Ce procédé a une valeur pratique et s'applique en effet dans les fabriques de compteurs.

mètres, par exemple, on emploiera un branchemant de 20 millimètres.

On place à la sortie du compteur un tuyau en plomb formant col de cygne, qui a pour but de laisser le compteur constamment noyé ; puis on laisse couler l'eau en plein pendant quelques minutes pour bien chasser l'air. Le plomb en col de cygne est muni à son orifice d'un robinet ordinaire à plaque de jauge ou à revolver.

Dès que l'air est chassé, on ferme le robinet d'aval, laissant ainsi le compteur sous pression. On note alors le niveau de l'eau sur le jauge du bac récepteur et l'on commence le premier essai.

Ier Essai. — Rechercher le débit du compteur sous 10 mètres de perte de charge constatée par un manomètre différentiel (débit caractéristique).

IIe Essai. — Avec un écoulement représentant environ $\frac{1}{10}$ de ce débit. Cet écoulement est assez fréquent en pratique, et on l'obtient facilement en plaçant une plaque de jauge au bout d'extrémité du col de cygne.

IIIe Essai. — Avec un écoulement qui représente la limite inférieure garantie par le fabricant pour l'enregistrement exact. Si par exemple, un fabricant dit : « Mon compteur donne des indications exactes avec un débit de 40 litres à l'heure » on fait l'essai au débit de 40 litres à l'heure.

IVe Essai. — On cherche à quel débit très réduit le compteur commence à fonctionner, et dès que les aiguilles commencent à se mettre en marche, on laisse le compteur sur cet écoulement pendant une heure. A cette limite de « vie » du compteur, il y a souvent des écarts assez grands entre la quantité débitée et la quantité enregistrée.

Un autre essai qu'il est bon de faire pour juger de la sensibilité d'un compteur, c'est de répéter la série des 4 épreuves précédentes avec une pression très faible, de $\frac{1}{2}$ atmosphère par exemple.

Tel est le résumé des opérations que l'on doit faire chaque fois que l'on désire se former une opinion sur un compteur.

Après tout ce que nous avons déjà dit à ce sujet, nous pouvons

nous borner à ajouter sans aucun commentaire que pour le quatrième essai, qui a pour but de déterminer « la limite de vie » du compteur, il n'y a pas lieu d'attacher une trop grande importance aux résultats obtenus. Si les trois premiers essais ont donné de très bons résultats, c'est-à-dire des variations ne dépassant pas 5 à 6 p. 100, l'on doit conclure à l'exactitude de l'appareil présenté.

Nous croyons être sûrs de l'approbation de nos collègues en excluant de notre programme des essais de violence. L'idée ne viendrait certainement à personne de soumettre une machine à un nombre de tours multiple de celui qu'elle aura à faire en service régulier, afin de se rendre compte de ses qualités. Heureusement, la science d'ingénieur n'est plus si rudimentaire que cela de nos jours. Une machine à vapeur est essayée dans les conditions du service courant. Et alors pourquoi en serait-il autrement pour un compteur d'eau ? En triplant ou en quadruplant le nombre de tours habituel, on multiplie par le carré de la vitesse, donc par 9 ou 16, la force centrifuge, et, dès lors, il n'est pas nécessaire d'être prophète pour prédire la prompte destruction des appareils, et évidemment en première ligne de ceux dont le principe de base comporte la plus grande vitesse de rotation.

La question n'est d'ailleurs nullement de constater si, par un effort irréalisable en service courant, on peut démolir un appareil, mais plutôt celle-ci : *Quel sera l'état du compteur, lorsqu'il aura subi le travail normal de trois, six, neuf, douze ans ?*

Et la réponse peut être donnée par un essai très simple de laboratoire. Nous avons dit précédemment qu'un compteur devrait rentrer à l'atelier après deux ou trois ans de service. Quel travail aura-t-il fait alors ? Dans un branchement, la perte de charge est, d'après les essais de Lindley, *en moyenne* de 2,50 m. d'eau, et le débit correspondant est la moitié de celui sous 10 mètres de perte de charge. Enfin, un calcul bien simple amène à conclure à un fonctionnement moyen de onze heures trois quarts par jour ; cela fait six cents heures par an et mille huit cents heures pour trois ans.

Nous proposerions donc l'essai d'endurance suivant : Une plaque calibrée au bout du col de cygne limiterait le débit à

celui de 2,50 m. de perte de charge, le compteur marcherait dix heures par jour pendant six mois, au bout desquels on le trouverait dans l'état d'usure correspondant à trois années de service normal. L'usure et les incrustations varieraient suivant la qualité des eaux, ce dont on devrait tenir compte en posant ses conclusions. En effet, les eaux d'essai sont souvent plus pures que celles qui existent dans les branchements des abonnés. Les compteurs de toute première qualité et qui, à la longue, reviennent naturellement le moins cher, pourront subir un essai d'endurance plus concluant encore et exigeant un temps moins long. On peut les faire marcher sans arrêt pendant un certain laps de

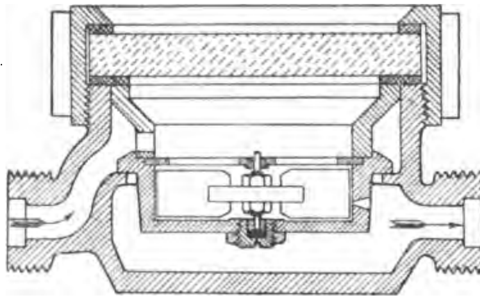


Fig. 45. — Appareil recherche-fuite de la Compagnie Générale des Conduites d'eau.

temps en leur faisant donner leur débit caractéristique plein. Notre longue pratique nous autorise à dire qu'ils résisteront à cet essai, qui du reste ne va pas à l'encontre de notre théorie, car le débit caractéristique rentre parfaitement dans les débits qui peuvent se présenter en service courant.

Tout directeur de Distribution aimera à pouvoir contrôler les compteurs posés et discuter un cas litigieux avec un abonné.

Pour pouvoir convaincre à vue d'œil un abonné que les enregistrements considérables de son compteur proviennent uniquement d'une fuite cachée dans son branchement, on se servira utilement du petit appareil représenté par la figure 45 que l'on posera temporairement à la place du compteur et dont l'aiguille prendra un mouvement déjà très visible par une légère fuite souterraine, tous les robinets étant soigneusement fermés. Cet appareil est très simple, léger et peu coûteux.

Mais ce qui est beaucoup plus important, c'est que chaque service d'eau possède un appareil de jauge construit sur les principes que nous venons d'exposer. Les grandes Administrations aimeront à posséder un atelier imitant le principe de l'installation

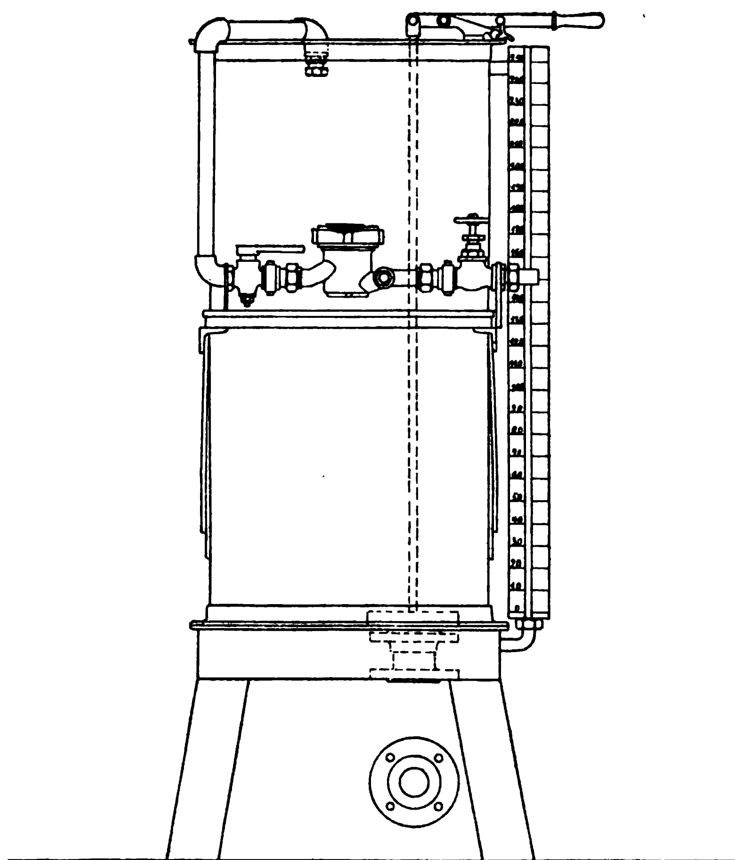


Fig. 46. — Appareil d'essai pour les Laboratoires municipaux.

du Conservatoire National des Arts et Métiers. Les petites villes pourront se procurer un appareil simple, mais d'une précision très suffisante pour la somme de 500 à 1 000 francs. Nous reproduisons un tel appareil par la figure 46.

A droite, on voit l'arrivée d'eau, la table-support du compteur à essayer et l'échelle sur laquelle on lit le débit d'eau en litres. La bâche peut contenir un mètre cube d'eau. Au fond on voit la décharge.

CHAPITRE XVII

MATIÈRES PREMIÈRES EMPLOYÉES DANS LA CONSTRUCTION DES COMPTEURS

I

FONTE

Autrefois, les corps des compteurs se fabriquaient généralement en fonte, notamment le Siemens anglais. Il ne pouvait y avoir d'autre motif que celui de réduire le prix de revient. Mais ni en vernissant, ni en galvanisant la fonte, on n'est parvenu à empêcher la formation de rouille dont les particules finissent par incruster et par obstruer tout le mécanisme. L'emploi de la fonte doit donc être proscrit, au moins pour les corps des petits compteurs, et bien entendu pour tous les organes du mécanisme. Les villes de Berlin, Liège, et d'autres ont abandonné l'emploi des compteurs en fonte. Récemment on a essayé d'appliquer un émaillage à la fonte. Mais le coefficient de dilatation n'est pas le même pour la fonte et pour l'émail. Ce dernier se détachait par-ci, par-là, et une réparation n'était alors plus possible.

Pour les corps des gros compteurs, on peut être sous ce rapport plus tolérant, sous réserve toutefois de consulter encore l'analyse de l'eau. Ces gros compteurs se trouvant intercalés ordinairement dans des branchements en fonte, leurs corps n'en forment de fait qu'une partie.

Pour certains gros compteurs, où l'exactitude de l'enregistrement dépend essentiellement du mouvement parallèle des filets d'eau (Venturi, Hélice) l'emploi de parois parfaitement lisses et inoxydables en bronze nous paraît toutefois très désirable.

BRONZE ET LAITON

Le bronze et le laiton constituent la matière par excellence pour les corps de compteurs d'un débit caractéristique de 1 à 20 mètres cubes. En faisant un alliage bien approprié à chaque cas, de cuivre, d'étain, etc., très purs, on obtient des corps qui après trente ans de service sont trouvés encore intacts. La crainte d'intoxication par le vert-de-gris est du domaine fantaisiste de certains hygiénistes ; les cas sont au moins d'une extrême rareté, et si cette crainte était justifiée, il suffirait d'exiger l'étamage de l'appareil. Le bronze et le laiton offrent cette garantie, qu'on peut les analyser toujours sans être chimiste de premier ordre. Nous allons indiquer ci-après quelques alliages pour différents cas qui peuvent se présenter dans la pratique.

Alliage pour les eaux ordinaires de 18 à 20 degrés hydrotimétriques sans quantités notables de chlore, d'acide nitrique ou d'acide sulfurique :

Cuivre	60 à 66 p. 100
Zinc	40 à 34 —

Alliage pour les eaux contenant du chlore ou de l'acide nitrique ou les deux dans des proportions notables :

Cuivre	90 à 91 p. 100.
Étain	3 à 4 —
Plomb	1 à 2 —
Zinc	4 à 5 —

Alliage que les fabricants américains emploient utilement encore dans des eaux très dures :

Cuivre	85 p. 100.
Étain	8 —
Plomb	4 —
Zinc	3 —

Alliage pour une eau contenant beaucoup d'acide sulfurique et d'un degré hydrotimétrique élevé provenant de chaux sulfatée hydratée :

Cuivre	50 à 60 p. 100.
Étain	25 à 30 —
Nickel	10 à 20 —
Plomb	1 à 3 —

NICKEL ET ALLIAGES DE NICKEL

Le nickel et ses alliages sont des métaux de premier ordre pour composer l'ensemble du train et de la minuterie. Ils sont très durs à travailler, ils seront donc lents aussi à s'user par le frottement. Le prix d'un compteur avec minuterie en nickel, etc., pourrait s'en ressentir par une augmentation de 6 à 7 p. 100, mais nous croyons que le paiement de l'eau débitée ne s'en ressentirait pas sur une échelle moins élevée au profit de l'Administration exploitante.

ÉBONITE OU CAOUTCHOUC VULCANISÉ. CELLULOID

Nous ouvrirons ce chapitre par l'avertissement suivant : Puisqu'en l'état actuel de la chimie, il est, pratiquement parlant, quasi impossible d'analyser un morceau de caoutchouc, ceux qui voudront être sûrs de la qualité des appareils qu'ils achètent agiront sagement en n'admettant l'emploi du caoutchouc que pour les cas spéciaux où cette substance est techniquement motivée [1].

En principe, le caoutchouc vulcanisé ou ébonite ne devrait se composer que de para pur et de soufre. Ainsi les disques dans les « Compteurs mixtes » ont l'alliage très dur d'environ 65 à 76 p. 100 de para pur avec environ 25 à 34 p. 100 de soufre, où l'on ajoute un peu de laque en écailles pour en augmenter la solidité.

Par contre, on ne contribuera évidemment pas à la solidité par l'emploi de substances diverses, telles que la craie, la magnésie, le blanc de zinc, des déchets d'ébonite, etc., bien qu'ainsi on puisse réduire très sensiblement le prix de revient.

On rencontre l'emploi de caoutchouc dans cinq différents éléments de compteurs, savoir :

1° Pour les disques de tous les compteurs mixtes sans exception.

2° Au piston des compteurs volumétriques Kennedy et autres.

3° Pour les roues à palettes de certains systèmes : (Radial, Schinzel, Lux, Dreyer, Columbia).

4° Aux engrenages et coussinets de certains systèmes : (Radial, Schinzel, Lux).

[1] Cons. A. M., p. 19. « L'ébonite est un corps assez hétérogène et de composition très variable. »

5° Pour toute la boîte intérieure de certains systèmes : (Radial, Schinzel, Lux).

Pour les disques (n° 1) on n'a pas trouvé jusqu'ici une matière première meilleure que le caoutchouc, qui pour cet emploi se recommande par son poids spécifique faible (— 1,5).

Mais là au moins, on pourra être certain que le mélange contient environ 70 p. 100 de para pur, parce que, exécutés dans une qualité moins bonne, les disques casseraient sous les coups de bélier encore plus souvent qu'actuellement. Autrefois, on devait importer tous les disques des États-Unis, et c'est seulement depuis deux ans qu'en France on est arrivé à fabriquer l'équivalent des produits américains. Cependant, on n'a pu remédier au défaut essentiel du caoutchouc vulcanisé, qui est une matière particulièrement cassante et insuffisamment homogène. Si le disque est trop dur ou plein de particules de pyrite sulfureuse, il ronge la boîte comme une lime ; si au contraire il n'est pas assez dur, il s'use de son côté au frottement. Le caoutchouc change encore de volume selon la température, ce qui produit des frottements et des calages.

Le poids spécifique constitue de même le motif pour l'application du caoutchouc dans les cas n° 2 et 3.

Quant au n° 4, nous savons que dans un mécanisme à grande vitesse, on obtient un coefficient de frottement avantageux en faisant engrener deux roues qui diffèrent l'une de l'autre comme dureté et structure. On a donc cru bien faire en adoptant le caoutchouc pour les pignons et coussinets. Mais souvent les pivots sont rongés par les coussinets ou encore ils se trouvent calés par suite des excroissances formées par le caoutchouc. Les calages et la casse sont inhérents également aux dents des engrenages ; pour les éviter, il faut se servir d'un caoutchouc de toute première qualité.

Pour les n°s 3 et 4, le caoutchouc vulcanisé est remplacé avantageusement par le celluloïd, qui aux avantages du premier réunit une grande homogénéité et une bonne élasticité.

Reste encore à examiner l'emploi dans le cas n° 5. On dit qu'une boîte intérieure en caoutchouc exclut l'oxydation, les intoxications, etc. Mais il nous semble que celui qui voudrait en faire un

point capital devrait fatalement faire encore un pas et fabriquer le corps extérieur en caoutchouc également, ou tout au moins lui donner une doublure intérieure en caoutchouc. Nous avons plutôt l'impression que cette construction sent trop la recherche du bon marché, et nous n'avons pas été étonnés d'apprendre qu'aux Eaux de la Ville de Haarlem (Hollande) on n'a pas eu trop à s'en louer.

A Hambourg, on avait essayé de loger les pivots de l'arbre principal dans des coussinets en caoutchouc vulcanisé. Mais les excroissances formées par cette matière ont entravé la marche, et la méthode a dû être abandonnée.

CHAPITRE XVIII

NOS PLANCHES

DESCRIPTION ET CRITIQUE SOMMAIRE DE DIFFÉRENTES CONSTRUCTIONS

Après avoir exposé, dans les chapitres précédents, les principes fondamentaux sur lesquels doit reposer, à notre avis, la constructions des compteurs d'eau, nous croyons pouvoir nous dispenser de fournir à nouveau en détail l'application de nos thèses générales aux différents types de compteurs qui se trouvent dans le commerce. Tout en reproduisant dans nos planches les modèles des constructions les plus répandues dans notre pays, nous pensons cependant pouvoir nous abstenir d'en donner la description détaillée que les intéressés se procureront sans peine en consultant les albums des constructeurs respectifs.

Seulement, pendant que nous passerons en revue les différents types, il ne sera pas inutile de nous arrêter un moment, de temps à autre pour signaler des détails de construction qui nous semblent être susceptibles d'être perfectionnés :

1° La crépine. — C'est un organe commun à tous les compteurs. Sous ce rapport, nous mettrons au second rang les compteurs dans lesquels la crépine est logée à l'intérieur du compteur, de sorte qu'elle ne peut être visitée sans ouvrir, démonter ou découpler le compteur même. De même, nous critiquerons les appareils dont la crépine n'est pas d'une surface multiple de la section libre du tuyau et nous rejetterons la forme représentée dans la figure 47, parce que les impuretés se logeront de préférence dans l'espace cylindrique qu'elles boucheront complètement.

Les trous de la crépine ne doivent pas être inférieurs à 1 ou 2 millimètres de diamètre[1].

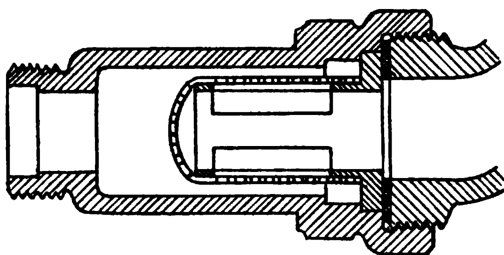


Fig. 47.

2° Le clapet de retenue. — Le clapet de retenue (voy. p. 106) dans les cas où il serait trouvé nécessaire, devrait être facilement accessible, ainsi que nous venons de le dire pour la crépine.

3° Compteurs volumétriques (à piston). — Ayant déjà reproduit les systèmes Kennedy (p. 30) et Deacon (p. 82), nous faisons suivre encore les Compteurs Frager (MM. Michel et Cie, boulevard de Vaugirard à Paris) : Schreiber (MM. Bariquand et Marre 127, rue Oberkampf à Paris) : Frost Tavenet (Compagnie Continentale pour la fabrication des compteurs, rue Pétrelle, à Paris) et Samain (Compagnie pour l'Éclairage des Villes et la fabrication des compteurs, 174, rue Lafayette à Paris) (planche IV). Tous ces compteurs se distinguent par une excellente qualité de travail et dans aucun d'eux on n'a visé le bon marché.

4° Compteurs de vitesse. — Dans le texte, nous avons reproduit les systèmes Doat (p. 66, 67), Neptune (p. 10), Schinzel (p. 9), Breslauer Metallgiesserei (p. 11), le compteur à boule (p. 71), les systèmes Venturi (p. 76), Hélice (p. 78), Eisner (p. 89), Bernhardt (p. 93) et Pascal (p. 95). Nous y ajouterons encore (voy. planche VII) le Siemens à réaction (fig. 60), les systèmes Faller (fig. 61)

[1] (C. A. M., p. 6). « Dans certains compteurs, la grille destinée à arrêter les impuretés de l'eau se trouve placée très près de la roue à palettes ; il faut donner à cette grille une grande section utile pour que les indications du compteur ne se modifient pas lorsqu'elle est partiellement obstruée. »

Tylor (fig. 62), Économique (fig. 64) Globe (fig. 63) et Debiol (fig. 65). Le premier est à turbine, les autres à roue à palettes.

Comvteurs Siemens.—Le compteur Siemens (planche VII, fig. 60) fabriqué par la maison Guest et Chrimes à Rotherham, est un des plus anciens, ce qui peut expliquer dans une certaine mesure, les défauts graves que présente sa construction.

Le corps est en fonte, ce qui n'est pas admissible (voy. p. 121). La turbine est d'un poids relativement considérable, son inertie est donc très grande. Elle est par suite lente à se mettre en mouvement et réciproquement lente à s'arrêter : d'où deux causes d'erreur dans la mesure de la quantité d'eau écoulée.

Le poids de la turbine a pour effet d'augmenter le frottement sur le pivot, et par suite de diminuer la sensibilité de l'appareil.

La transmission du mouvement par une vis sans fin crée un organe à grand frottement et diminue la sensibilité.

La section offerte au passage de l'eau dans l'intérieur de la turbine est considérablement rétrécie (jusqu'à 25 p. 100) par rapport à la section d'entrée, il en résulte une grande perte de charge pour un débit très petit. Les minces orifices de sortie de la turbine s'obstruent facilement. Dès que l'un d'eux sera bouché, le compteur sera déréglé. L'eau pénétrant dans la turbine en suivant la direction de haut en bas, une partie de sa force vive est absorbée par le choc de la veine liquide contre le fond de la turbine.

Cette disposition a l'inconvénient de diminuer le rendement, d'augmenter la pression supplémentaire sur le pivot, ainsi que la perte de charge.

Le pivot de l'arbre et la turbine ont une longueur fixe et ne sont pas réajustables.

La turbine, composée de plaques repoussées et très minces en cuivre, est susceptible d'être corrodée et trouée rapidement par l'action de l'eau.

Pour ne pas trop diminuer la grande mobilité que doit avoir la turbine, le joint étanche entre le tuyau fixe, qui amène l'eau de dessus, et le cylindre supérieur mobile de la turbine est souvent serré insuffisamment et s'use d'ailleurs pendant la marche. Il en résulte des fuites, et une partie de l'eau passe non comptée.

Si nous avons donné une description aussi détaillée de ce compteur, c'est qu'il a longtemps occupé la première place dans les distributions publiques d'eau en Europe. L'absence à peu près complète de concurrence facilitait son placement en lui laissant le champ libre. Il est aujourd'hui classé à son rang et, sans la force acquise par son ancienneté, il aurait probablement déjà disparu.

Compteur Globe de la Compagnie Générale des Conduites d'eau (rue Calmels, 12, à Paris).

Ce compteur est construit sur les mêmes principes que le « Doat » mais simplifié sous plusieurs rapports. Il ne décompte pas l'eau pendant le mouvement de retour, son réglage (voy. p. 63) est bon, mais est restreint dans des limites plus étroites que celui du Doat. La construction est soignée et robuste.

Compteur Exact, construit par M. Debiol, rue Corbeau, 36, à Paris.

On observera en premier lieu que dans cet appareil, contrairement à ce qui existe dans les autres compteurs avec roue à palettes, (voir le Radial, Doat, Neptune, Globe, etc.), l'organe moteur n'est pas logé dans une boîte intérieure, que l'on puisse retirer toute complète du corps extérieur pour les besoins de montage, examen, etc. Les impuretés trouveront donc facilement accès à la roue et s'y déposeront. Une bonne crépine est particulièrement nécessaire dans ce cas. Les canaux d'admission *a* sur la roue *b* devraient avoir plus de longueur. La transmission du mouvement par un double mécanisme à vis sans fin ne peut qu'augmenter encore le frottement considérable qui nous paraît déjà être inhérent à toute cette construction. On reconnaît d'ailleurs, au premier examen, le manque de fini du travail, qui est de beaucoup inférieur à ce qui s'obtient couramment avec de bonnes machines-outils.

Compteur Faller de la maison A. C. Spanner à Vienne.

C'est un compteur à cadran noyé.

Nous pouvons nous dispenser de parler longuement de cet appareil dont le manque de solidité saute aux yeux. Même les

engrenages et pignons (dont le nombre est considérable) ne sont pas fixés convenablement sur leurs axes.

Le centrage de l'arbre principal n'est pas assuré d'une manière suffisante.

Le rôle du réglage est attribué un peu primitivement à une vis qui fait saillie dans le canal d'entrée derrière la crépine.

On remarquera l'entrée de l'eau par un seul côté.

Les interruptions de la section circulaire de l'intérieur (nécessaire afin de pouvoir loger les entretoises) dérange le mouvement de l'eau, produit des tourbillons, etc...

Le cadran est difficile à lire.

Il manque un double fond pour le dépôt des impuretés.

Compteur Patent New Rotary Water Meter de MM. I. Tylor et Sons à Londres et Sydney.

Cet appareil (à cadran sec) est d'un débit caractéristique faible, peu sensible et pas simple à réparer.

Du corps extérieur, qui renferme la crépine, l'eau pénètre dans la boîte extérieure, en traversant l'espace cylindrique marqué, et ensuite plusieurs canaux tangentiels, qui la conduisent sur la roue à palettes.

L'espace cylindrique est trop étroit, l'étranglage qu'il produit a pour conséquence que l'eau cherchera son chemin de préférence à travers les canaux qui sont situés du côté de l'entrée. Cet affluent un peu unilatéral produira donc une pression unilatérale sur la roue et sur son pivot de fond, d'où frottement et usure.

Une autre cause de pression unilatérale produisant les mêmes inconvénients, existe dans le mouvement à double vis sans fin.

L'eau, en se dirigeant de bas en haut, soulèvera l'arbre principal, qui s'appuiera avec un épaulement contre le fond de dessus. Le frottement produit par cet épaulement devrait être évité.

Par les petits débits, l'arbre reposera sur le pivot de fond, où rien n'a été fait pour diminuer le frottement. Le démarrage aux écoulements faibles n'est donc pas facile.

Le compteur s'ouvre par en dessous (ce qui n'est pas sans inconvénient) en démontant une plaque de fond, un joint, et une seconde plaque de fond.

Pour une bonne étanchéité, le joint devrait être plus large, c'est-à-dire encastré entre deux brides.

Un joint en caoutchouc à section triangulaire V se trouve interposé entre le corps extérieur et la boîte intérieure. — Pour peu qu'au moment de l'introduction de la boîte intérieure, ce joint se déplace, ce qui se soustrait à tout contrôle, il existera une fuite en cet endroit, de plus, la boîte intérieure prendra une position oblique, et il en sera de même pour l'arbre principal, qui alors s'engrénera d'une façon défecteuse sur la vis sans fin. Cette position oblique de la boîte intérieure aura lieu d'ailleurs chaque fois qu'il y aura serrage unilatéral de la plaque de fond extérieure contre le corps. Pour un détail pareil, on ne devrait pas dépendre de l'attention d'un ouvrier quelconque qui aurait été chargé de nettoyer l'intérieur du compteur.

En haut, l'arbre est guidé directement dans le trou central du fond supérieur. Ce trou s'usera d'autant plus vite qu'il subira la poussée latérale de l'arbre. Alors il faudra mettre le corps sur le tour pour pouvoir y loger un coussinet. Pourquoi un tel coussinet n'existe-t-il pas déjà dans les compteurs neufs ?

La roue à palettes est rivée et soudée sur l'arbre principal.

Le pivot de fond est rivé dans la plaque de fond intérieure.

Au fur et à mesure que le pivot de fond s'usera, la roue à palettes descendra plus bas, ce qui suffira pour dérégler le compteur, puisqu'on ne saurait réajuster ni ce pivot, ni la roue à palettes. Pourquoi ces deux organes ne sont-ils donc pas mobiles et réajustables ? Voilà des détails auxquels le client ne songe pas toujours, mais qui rendent l'entretien coûteux et peu commode.

En général, on ne saurait se rendre compte du bon fonctionnement de cet appareil sans le déposer pour pouvoir l'ouvrir. Et encore !

Nous finirons par mentionner les vis réunissant la tête au corps. Ces vis nous semblent plutôt faibles. En voulant les retirer, on risque de les casser. Des boulons solides seraient certainement préférables.

5° **Compteurs mixtes ou à disque.** — Comme exemple des

appareils à disque, nous donnons (planche VI) le Thomson (fabriqué par Thomson Meter et Cie, 79. Washington Street Brooklyn), le Trident (fabriqué par Hurtu, 54, rue Saint-Maur, à Paris) et le Lutèce (MM. Barriquand et Marre).

Le compteur à disque cône est représenté (planche V par le Hersey (Hersey C° Boston), l'Étoile (Compagnie pour la fabrication des compteurs, boulevard Vaugirard, 16 à Paris), l'Aigle (Compagnie Générale des Conduites d'eau, 12, rue Calmels, à Paris), et l'Éclair (type fabriqué en France par la Société française de compteurs d'eau, 8, rue Pillet-Will à Paris, et en Allemagne par l'Actiengesellschaft Siemens et Halske, à Berlin).

Pour la différence qui résulte de la forme plate ou conique du disque, nous nous permettons de renvoyer nos lecteurs à la page 31 de notre ouvrage.

Nous croyons devoir signaler encore quelques autres différences entre les susdits types, qui ne nous semblent pas sans importance : Le *Trident* et l'*Éclair* s'ouvrent par en bas, et la partie de dessus contient les tubulures d'assemblage. On ne saurait donc pas les visiter sans les déposer entièrement, ce qui est évidemment un inconvénient.

Aux mêmes appareils, nous ne trouvons pas le rétrécissement de section qui précède l'admission au disque et qui préserve ce dernier efficacement contre les coups de bélier (voy. p. 24). Seul l'*Eclair* n'est pas pourvu d'un double fond formant dépôt pour les impuretés, au-dessous du disque (voy. p. 35), sous ce rapport il ressemble au Debiol au Faller et au Siemens anglais.

Nous devons critiquer au *Trident* l'assemblage des deux plaques renfermant le train, au moyen de colonnettes rivées par les bouts d'extrémité. En effet, que faut-il faire pour remplacer un engrenage, si lesdites colonnettes ne peuvent se dévisser avec la plus grande facilité ? Il faut les dériver ; c'est peu pratique.

Les acheteurs ne sauraient être trop exigeants pour de semblables détails. C'est pourquoi *nous conseillons toujours de démonter toutes les parties composant un compteur et d'en essayer ensuite le remontage*. Si sous ce rapport on examine l'Eclair, on ne sera guère enchanté du résultat. Les organes sont serrés les uns

contre les autres, comme s'il s'agissait en tout premier lieu de réduire de quelques millimètres le diamètre du corps.

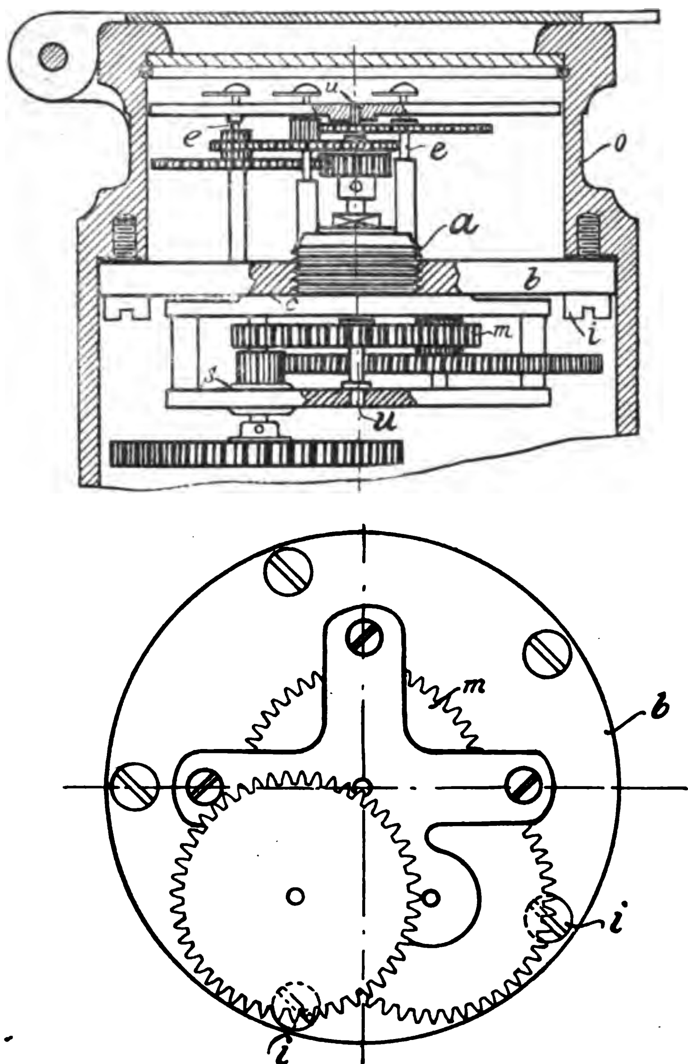


Fig. 48. — Train et minuterie du compteur Eclair.

La figure 48 représente le train et la minuterie de l'Éclair à cadran sec, dont la section entière se trouve planche V, figure 56. La plaque *b* sépare les compartiments noyé et sec; elle doit donc contenir une boîte à étoupe qui est logée dans le téton fileté *a*.

C'est par ce téton que tout le train est fixé à la plaque *c*. Cette plaque est assemblée au corps *c* au moyen de petites vis *i* qu'on atteindra d'autant plus difficilement qu'elles se trouvent en partie derrière les engrenages *m* qui les recouvrent, de sorte qu'il faut commencer par dévisser tout le téton *a*. Le démontage, le remontage et le serrage de ces parties ne peut se faire qu'à la main. Au moins, nous ne voyons pas bien comment on entrerait avec des outils dans un cylindre aussi étroit. L'étanchéité du joint *c* ne nous paraît dès lors pas suffisamment garantie. Il devrait y avoir du reste encore quelque chose pour arrêter la plaque *b* dans la position voulue, pour que des coups de bélier ne puissent altérer sa position et la détacher dans le joint.

Nous craignons fort que les trois points en lesquels est guidé l'arbre principal, savoir en haut et en bas les 2 pivots *u*, et au milieu le presse-étoupes dans le téton fileté *a*, puisse ne pas se trouver exactement dans la même verticale, et que la marche libre de l'arbre ne soit ainsi entravée.

Le connaisseur désapprouvera encore particulièrement la réduction des autres arbres de la minuterie dans la partie supérieure (est-ce pour réserver la place nécessaire aux engrenages ?) à l'épaisseur d'un seul millimètre (*e* dans la figure 48) et il s'apercevra en outre que dans le train le premier pignon frotte sur un large disque interposé S.

Qu'on examine encore le peu de robustesse des boulons d'assemblage à l'extérieur du corps.

Tout cela nous paraît bien peu solide pour les exigences de la pratique. Mais ce compteur doit pouvoir se vendre à un prix réduit. Par contre, en regardant le *Lutèce*, on n'hésitera pas un instant à rendre un juste hommage à l'excellente qualité du travail mécanique.

Nous devons conseiller seulement aux constructeurs d'augmenter les diamètres du corps et du cadran, dont la différence avec les autres systèmes de bonne fabrication est vraiment trop visible (voy. p. 22 et p. 38).

En ce qui concerne l'organe moteur, *le disque*, nous dirons encore que, comme question générale, il doit être simple. Pour diminuer les effets du frottement contre la mince paroi, certains

constructeurs ont garni le disque de petits galets. Mais nous croyons que ce sont ces organes délicats qui seront en premier lieu victimes des coups de bélier, et nous n'hésiterons pas à en déconseiller l'application.

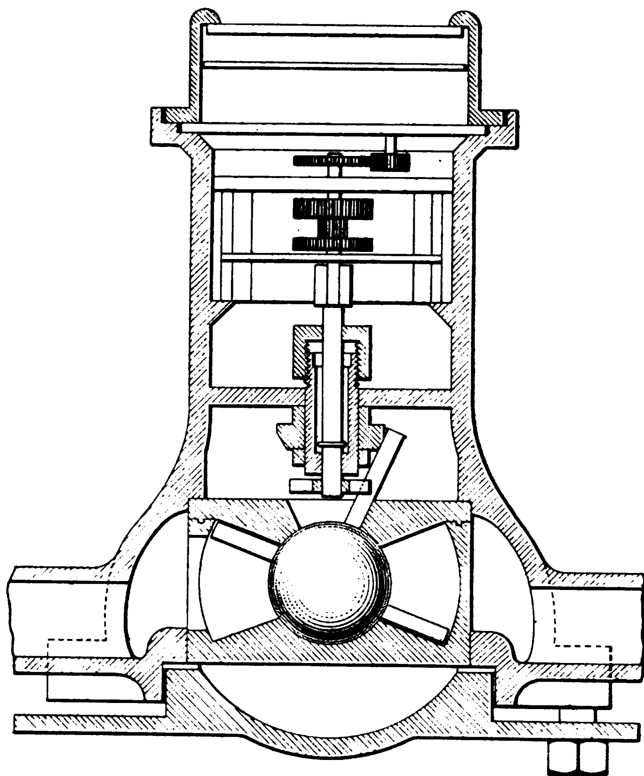


Fig. 49. — Compteur Trident-Gadot.

Tout récemment M. *Gustave Gadot*, Ingénieur, a pris des brevets pour une *construction modifiée du type Trident*.

Le Trident est un compteur à cadran sec. Le disque met en mouvement l'arbre principal, qui porte en bas le doigt de transmission, et en haut un pignon s'engrenant sur une roue de plus grand diamètre dont l'axe traverse une boite à étoupe placée dans la cloison de séparation entre la chambre noyée et la chambre sèche. Les roues qui composent le train se trouvent donc cons-

tamment dans l'eau. Ceci est le cas dans la plupart des compteurs à disque à cadran sec.

M. Gadot a désiré mettre tout le train à l'abri de l'humidité. Il y est parvenu en prolongeant l'arbre principal à travers la cloison de séparation et en le munissant d'une boîte à étoupes au point où il pénètre dans la chambre noyée.

Au point de vue théorique, cela paraît logique. Mais cette solution a des inconvénients pratiques connus par les praticiens depuis longtemps. En effet la plupart des constructeurs ont choisi pour le passage de la chambre noyée dans la chambre sèche un arbre qui tourne avec une très grande lenteur. C'est là le seul moyen pour conserver à la longue (c'est-à-dire pendant au moins 2 à 3 ans) une bonne étanchéité de la boîte à étoupes.

L'arbre principal fait environ cent cinquante fois autant de révolutions que l'axe de transmission entre les deux chambres dans les autres constructions de compteurs à disque. Donc, si dans ces derniers pour un écoulement de 10 litres, l'arbre placé dans la boîte à étoupes fait un tour, la boîte à étoupes dans la construction Gadot subit l'effet de 150 révolutions de l'arbre principal et celà pour le même débit de 10 litres. Une pareille vitesse de rotation doit précipiter singulièrement l'usure des coussinets et surtout de la boîte à étoupes. La différence de pression dans les chambres sèche et noyée est ordinairement de 3 atmosphères ou plus. Cette pression finira par chasser les matières lubrifiantes hors de la boîte à étoupes, l'usure augmentera encore, des filets d'eau rempliront la chambre sèche, et finalement la pression fera sauter le mince verre du cadran et inondera la place si l'accident reste inaperçu.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE PREMIER

MODE DE DISTRIBUTION DES EAUX AUX PARTICULIERS
TARIFICATIONS DIVERSES DE L'EAU VENDUE

CHAPITRE II

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES COMPTEURS A EAU

CHAPITRE III

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES TROIS SYSTÈMES DE COMPTEURS

CHAPITRE IV

EXTRAIT DU BULLETIN DU LABORATOIRE D'ESSAIS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

CHAPITRE V

RÉSULTATS OBTENUS PAR LE COMPTEUR DE VITESSE

CHAPITRE VI

CONSTRUCTION DU COMPTEUR DE VITESSE

CHAPITRE VII

MESURAGE DE TRÈS GROS DÉBITS

CHAPITRE VIII

CHAPITRE IX

CHAPITRE X

ENREGISTREMENT DES COMPTEURS SANS AUCUN PUISAGE AUX ROBINETS

CHAPITRE XI

LE CADRAN

CHAPITRE XII

CHAPITRE XIII

POSE D'UN COMPTEUR

CHAPITRE XIV

PRÉSERVATION DES COMPTEURS A EAU CONTRE LA GELÉE

CHAPITRE XV

APPAREIL A ÉPROUVER LES COMPTEURS

CHAPITRE XVI

ÉPREUVE A FAIRE SUBIR AUX COMPTEURS. ESSAIS D'ENDURANCE. APPAREIL RECHERCHE-FUITE DISCUSSIONS AVEC LES ABONNÉS

CHAPITRE XVII

MATIÈRES PREMIÈRES EMPLOYÉES DANS LA CONSTRUCTION DES COMPTEURS

CHAPITRE XVIII

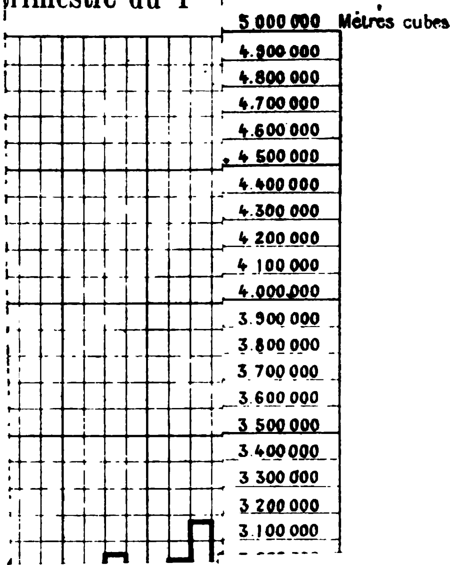
NOS PLANCHES. DESCRIPTION ET CRITIQUE SOMMAIRE DE DIFFÉRENTES CONSTRUCTIONS

ÉVREUX, IMPRIMERIE CH. HÉRISSEY ET FILS

Planche I.

le la Ville d

rimestre du 1er





LÉGENDE DE LA PLANCHE III

Suivant la ligne A_0N du côté gauche de cette planche, laquelle a dû être coupée en bas, faute de place, on a supposé un écoulement continu, le débit commençant à la goutte et atteignant à la fin 1 200 litres par heure, et le robinet d'admission s'ouvrant graduellement, sans discontinuer. Le débit par heure change donc continuellement, il n'a pas été tenu compte de la durée de l'essai.

Au moyen d'expériences préliminaires, on avait pu constater les écarts caractéristiques pour le compteur dans l'enregistrement de différents débits horaires :

On savait donc :

Qu'au débit	de 4	litres par heure,	il perdait	100	p. 100	=	4,0	litres par heure.
—	5	—	—	78	—	=	3,9	—
—	10	—	—	22	—	=	2,2	—
—	20	—	—	2,5	—	=	0,5	—
—	30	—	il gagnait	1,7	—	=	0,5	—
—	60	—	—	2,65	—	=	1,6	—
—	80	—	—	2,25	—	=	1,8	—
—	100	—	—	1,5	—	=	1,5	—
—	200	—	il perdait	1,0	—	=	2,0	—
—	300	—	—	1,44	—	=	4,3	—
—	500	—	—	1,48	—	=	7,4	—
—	800	—	—	1,83	—	=	15,0	—
—	1200	—	—	2,00	—	=	24,0	—

Dès lors, il était facile de dessiner ces pertes et ces excédents (en litres) correspondant aux débits respectifs (en litres également) comme ordonnées, des 2 côtés de l'abscisse AA, et de faire de même pour les écarts admis par le règlement de la Ville de Paris.

Les surfaces presque triangulaires comprises entre l'abscisse et les deux courbes ainsi formées par les points terminus des ordonnées représentent alors les quantités d'eau non enregistrées dans les deux cas.

Au débit à la goutte, le compteur perd plus que le règlement de Paris n'admet, car il se met en mouvement seulement en dessus de 4 litres par heure.

Au débit de 10 litres par heure, il est conforme au règlement de Paris.

Entre 10 et 60 litres par heures, il n'atteint pas la tolérance de la Ville de Paris.

Et il en est ainsi également pour tous les débits supérieurs à 150 litres à l'heure.

Ce n'est que pour les débits entre 60 à 150 litres à l'heure que tout en restant, comme pourcentage, au-dessous de la tolérance admise à Paris, le compteur enregistre plus que la quantité débitée effectivement. Un abonné par exemple, qui réglerait l'ouverture de son robinet pour un débit constant de 60 litres par heure, paierait la valeur de 61 litres 1/2. Mais à l'exception de tendances frauduleuses que le compteur n'est pas appelé à favoriser, pareil écoulement constant ne se présentera guère dans la pratique. Et quoi qu'il en soit, la quantité d'eau payée indûment (représentée par le triangle GKL) sera toujours insignifiante, comparée à l'eau qui restera impayée et qui est représentée par le triangle LMA.

Le triangle AHA représente la quantité d'eau qui resterait impayée suivant la tolérance accordée par le règlement de la Ville de Paris.

Pour faciliter la comparaison, les courbes de ce diagramme ont été marquées identiquement comme les courbes analogues du diagramme planche N° II.

r heure so

se au régle

pour progress

600

600

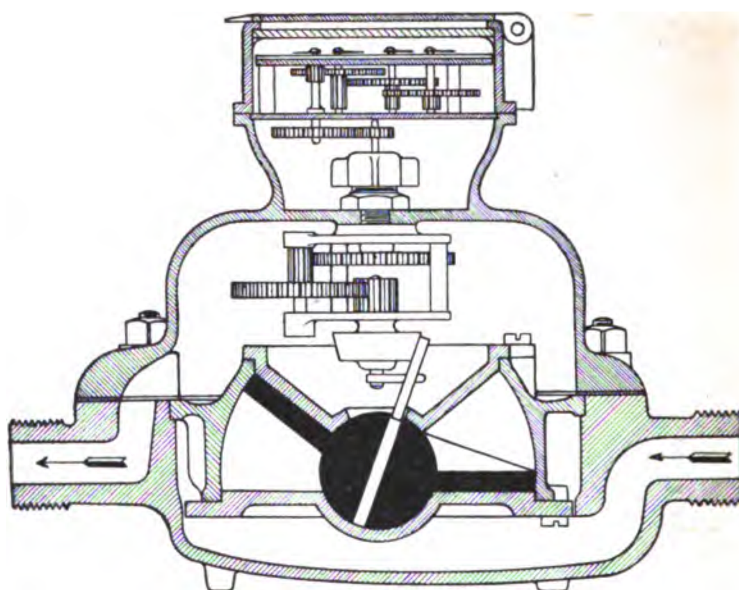


Fig. 53. — Compteur Hersey, de la Buffalo Meter et C°, Buffalo.

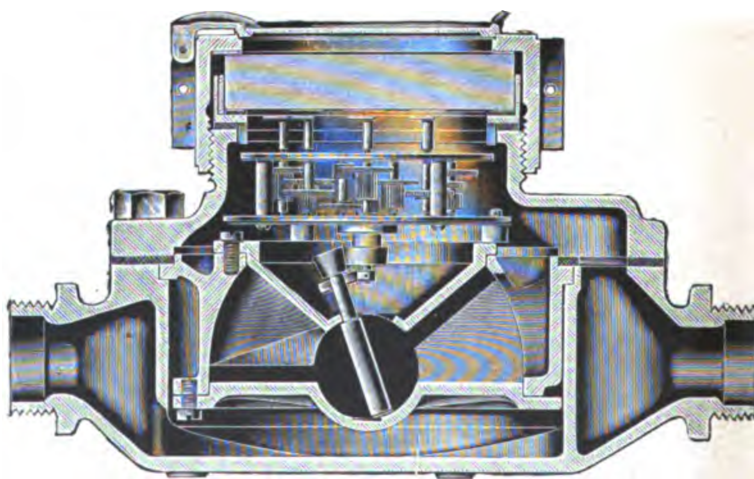


Fig. 55. — Compteur Aigle, de la Compagnie générale des conduites d'eau, 12, rue Calmels, Paris.

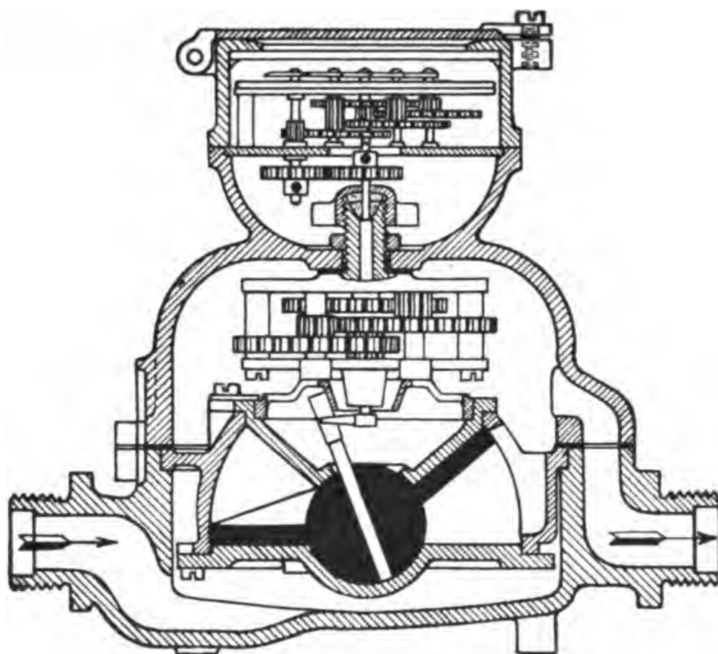


Fig. 54. — Compteur Étoile, de la Compagnie pour la fabrication des compteurs, 16, boulevard Vaugirard, Paris.

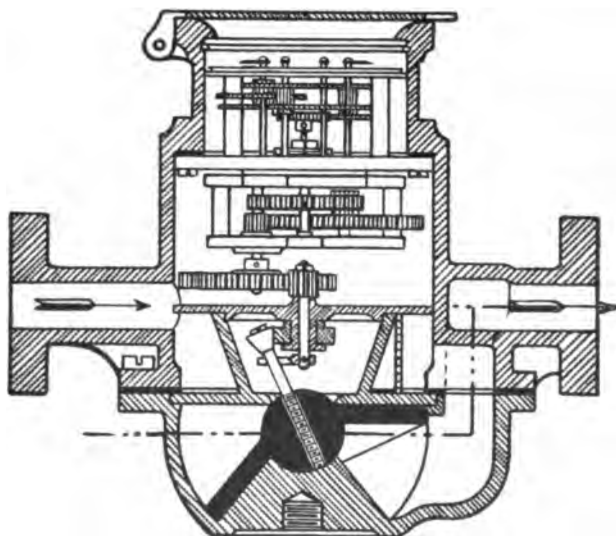


Fig. 56. — Compteur Éclair, de la Société française de compteurs d'eau, rue Pillet-Will, à Paris.

Ch. Béranger, Éditeur, 15, Rue des Saints-Pères, Paris.

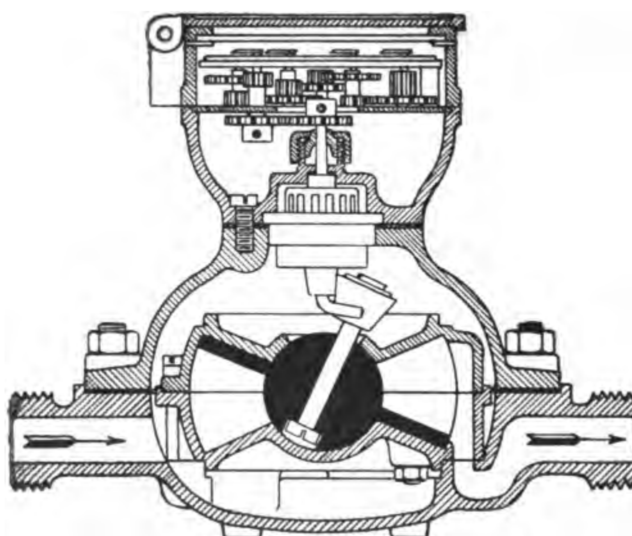


Fig. 57. — Compteur Thomson,
de la Thomson Meter et C°, à Brooklyn.

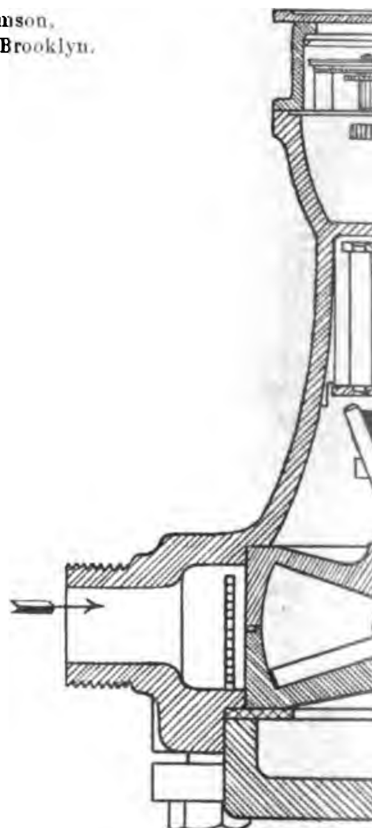


Fig. 59. — Compteur T

RS A DISQUE PLAT

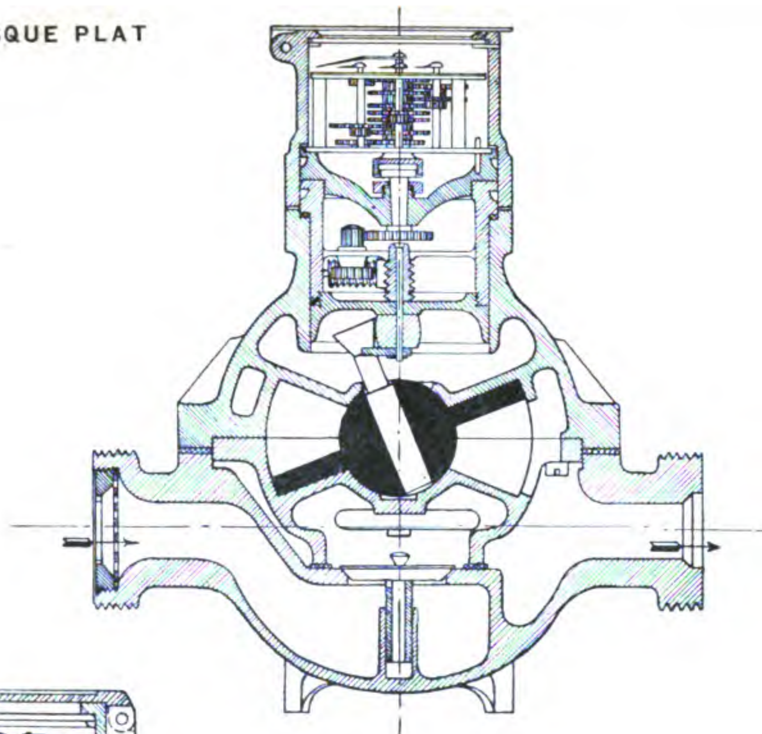
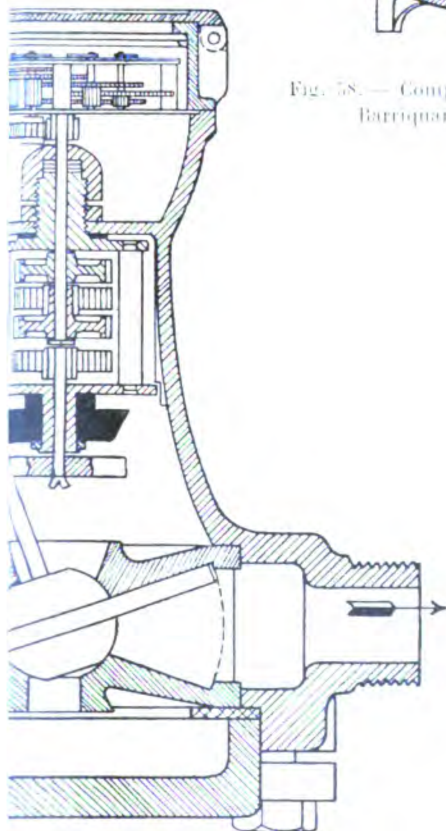


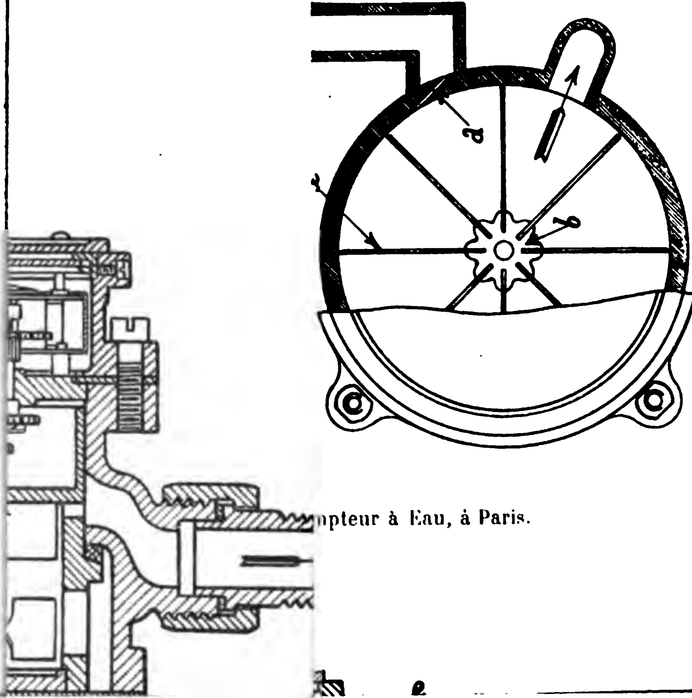
Fig. 58. — Compteur Lutèce de la maison Barriquand et Marre, Paris.



lent, de la maison Hurtu, à Paris.

CH. BÉRANGER, ÉDITEUR, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, PARIS.

DE VITESSE



…mpteur à Eau, à Paris.